

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

БОЖИЙ ЗАМЫСЕЛ ВОДА И ПОГОДА

Книги серии БОЖИЙ ЗАМЫСЕЛ предназначены для воскресных школ и домашнего изучения учениками 1–8 классов. Они состоят из учебных текстов и простых заданий, цель которых – помочь детям видеть Божью руку во всём, что их окружает.

Авторы и издатели приложили все усилия для того, чтобы обеспечить безопасность всех заданий, рекомендованных в этой книге, если они выполняются в соответствии с инструкцией. За возможный ущерб и повреждения во время выполнения заданий авторы и издатели ответственности не несут. Ответственность за правильность и безопасность выполнения заданий лежит на родителях, наставниках и учителях.





GOD'S DESIGN® FOR HEAVEN & EARTH

OUR WEATHER & WATER



1:1

answersingenesis

Petersburg, Kentucky, USA

3RD EDITION | UPDATED, EXPANDED & FULL COLOR

ANSWERS IN GENESIS SCIENCE BY DEBBIE & RICHARD LAWRENCE

Христианский научно-апологетический центр



БОЖИЙ ЗАМЫСЕЛ

ВОДА И ПОГОДА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Дебби и Ричард Лоренс

Симферополь
«ДИАЙПИ»
2013

УДК 213 + 22
ББК 86.37
Л 81

Перекладено за виданням:
**«GOD'S DESIGN FOR HEAVEN & EARTH
OUR WEATHER & WATER»**

by Debbie and Richard Lawrence, Third edition.

Published by Answers in Genesis,

© 2008 by Debbie and Richard Lawrence.

ISBN: 1-60092-155-8

Copyright © Richard and Debbie Lawrence, www.answersingenesis.org

Редактор русского перевода: *Евгений Новицкий*

Перевод с английского: *Ирина Михайлова*

Дизайн: *Андрей Горяинов*

Вивчаючи цей посібник, ви познайомитеся із земною атмосферою і з океанами, які покривають більшу частину нашої планети. Вам належить дізнатися, що таке клімат, скільки води міститься в атмосфері, від чого залежить погода, як її вивчають і пророкують вчені-метеорологи, як впливають на погоду і клімат океанські простори. У всьому цьому ви незмінно виявите дивовижний задум нашого Бога і Творця. А виконуючи практичне завдання, зможете самі попрацювати метеорологами і обладнати метеостанцію. Особливість серії підручників «Божий задум» в тому, що кожна книга адресована школярам різного віку. По суті, це – відновлення традицій змішаної системи навчання, коли старші можуть допомагати молодшим, закріплюючи при цьому пройдене. Таким чином, одного комплекту достатньо на всіх дітей у сім'ї. Займаючись за цими підручниками вдома або в недільній школі, ваші діти не тільки сформулюють твердий біблійний світогляд і будуть краще вчитися в загальноосвітній школі, але і зможуть на прикладах зі шкільної програми свідчити про велич Божого задуму як одноліткам, так і вчителям.

ЛОРЕНС Деббі, ЛОРЕНС Ричард
Л 81 ВОДА И ПОГОДА. – Симферополь: ДИАЙПИ, 2013. – 232 с.
ISBN 978-966-491-381-9

Изучая это пособие, вы познакомитесь с земной атмосферой и с океанами, покрывающими большую часть нашей планеты. Вам предстоит узнать, что такое климат, сколько воды содержится в атмосфере, от чего зависит погода, как её изучают и предсказывают учёные-метеорологи, как влияют на погоду и климат океанские просторы. Во всём этом вы неизменно обнаружите удивительный замысел нашего Бога и Творца. А выполняя практическое задание, сможете сами поработать метеорологами и оборудовать метеостанцию.

Особенность серии учебников «Божий замысел» в том, что каждая книга адресована школьникам всех возрастов. По сути, это – восстановление традиций смешанной системы обучения, когда старшие могут помогать младшим, закрепляя при этом пройденное. Таким образом, одного комплекта достаточно на всех детей в семье. Занимаясь по этим учебникам дома или в воскресной школе, ваши дети не только сформируют твёрдое библийское мировоззрение и будут лучше учиться в общеобразовательной школе, но и смогут на примерах из школьной программы свидетельствовать о величии Божьего замысла как сверстникам, так и учителям.

**УДК 213 + 22
ББК 86.37**

Ни одна из частей этой книги не может быть воспроизведена в каком бы то ни было виде без письменного разрешения авторов и других правообладателей, за исключением случаев: (1) специально предназначенных страниц для домашнего/классного использования, и (2) кратких цитат в печатных рецензиях.

Цитаты из Библии приведены в переводе Международного Библейского Общества (МБО), если иное не указано в тексте.

ISBN 978-966-491-381-9

© Христианский научно-апологетический
центр (перевод, оформление), 2013

ПРИГЛАШАЕМ ВАС УЗНАТЬ БОЖИЙ ЗАМЫСЕЛ

Учебные пособия из серии *Божий Замысел* помогут вам понять, какими Господь Бог задумал и сотворил Вселенную, нашу планету и её обитателей, включая нас с вами.

Эта книга познакомит вас с климатом нашей планеты и с океанами, покрывающими большую её часть. Она написана так, чтобы читать её и выполнять увлекательные задания могли ученики разных классов, от первого до восьмого.



Гусеничка

Классы 1–2

Прочитайте в каждом уроке начальный раздел, возле которого нарисована «гусеничка». Дайте ответы на вопросы в конце раздела, а затем выполните задания, отмеченные значком с изображением лупы (по выбору преподавателя).



Куколка

Классы 3–5

Пропустите начальный раздел с нарисованной «гусеничкой» и внимательно прочтите основную часть урока, возле которого нарисована «куколка». Выполните помещённые после этой части задания, отмеченные значком с изображением лупы. Затем проверьте, как вы поняли тему, ответив на вопросы в разделах «Сможешь ответить?» и «Попробуй разобраться».



Бабочка

Классы 6–8

Пропустите начальный раздел с нарисованной «гусеничкой» и внимательно прочтите основную часть урока, возле которого нарисована «куколка». Прочитав весь текст, выполните помещённые после него задания, отмеченные значком с изображением лупы. Затем проверьте, как вы поняли тему, ответив на вопросы в разделах «Сможешь ответить?» и «Попробуй разобраться». И наконец, приступайте к текстам и заданиям повышенной сложности – возле них нарисована «бабочка». Чтобы справиться с ними, вам потребуются дополнительные знания, которые можно найти в книгах или в интернете. Вы также сможете поставить увлекательные опыты, познакомиться со многими интересными фактами.

Ученикам всех классов советуем прочесть рассказы под заголовком «Это интересно!» и выполнить итоговое задание-исследование (урок 23).

А теперь переверните страницу – и узнайте много нового и интересного о воде и о том, что такое погода, созданная по замыслу Божьему!

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО

Иллюстрации заимствованы из следующих источников:

Обложка Depositphotos.com Andrejs Pidjass, Pedro Antonio Salaverria Calahorra 1
Wikipedia.org Filippo 7 Stock Free Images & Dreamstime Stock Photos Zeber 8 Андрей Горяинов (Евпатория) 9 Wikipedia.org Juliancolton 12 Wikipedia.org Fsphil 14 NOAA 15 Wikipedia.org Jerry Magnum Porsbjer 16 Public Domain 18 Public Domain 19 Wikipedia.org Fastily 20 ХНАЦ 21 Wikipedia.org Quantockgoblin 23 Public Domain 26 Public Domain 26 ХНАЦ 26 Public Domain 27 Wikipedia.org Voyager 28 Wikipedia.org Bohringer Friedrich 31 Sxc.hu Gayle Lindgren 32 Юлия Карлова (Ялта) 33 ХНАЦ 34 Public Domain 35 Wikipedia.org Ondrej Zvacek 35 Sxc.hu Andrew Conn 36 Wikimedia.org Mammoth Mountain 37 Wikipedia.org Firo002 38 Wikipedia.org Kokopelado 39 Dreamstime.com Keith Livingston 40 Sxc.hu Rainer Bickel 41 Stock Free Images & Dreamstime Stock Photos Wizdata 44 Wikipedia.org 45 Юлия Карлова (Ялта) 46 Wikipedia.org Stephen Hudson 47 Ответы в Бытии, ХНАЦ 49 Wikimedia.org Wooly 49 Sxc.hu Arjun Chennu 50 Morguefile.com Earl53 51 Wikipedia.org Tinus Badenhorst 52 Юлия Карлова (Ялта) 53 NASA 54 Public Domain 55 Public Domain 55 Public Domain 57 Wikipedia.org Victor Vizu 58 Wikipedia.org Robert Thomson 59 Юлия Карлова (Ялта) 60 Sxc.hu Alessandra Favetto 61 Public Domain 63 ХНАЦ 64 Юлия Карлова (Ялта) 65 Wikimedia.org Kevin Payravi 65 ХНАЦ 66 Юлия Карлова (Ялта) 68 Wikipedia.org Craig Lindsay 69 Wikipedia.org Simon Eugster 69 Юлия Карлова (Ялта) 69 Wikipedia.org Simon Eugster 70 NOAA 70 NOAA 70 ХНАЦ 70 Sxc.hu Andreas Krappweis 71 Meteoweb.ru 72 Юлия Карлова (Ялта) 72 Stock Free Images & Dreamstime Stock Photos Imaphotographer 73 Wikipedia.org Edal Anton Lefterov 74 Wikipedia.org Iselaajn 75 Public Domain 76 Юлия Карлова (Ялта) 76 Марина Новицкая (Симферополь) 78 Sxc.hu Andi O. 79 Wikipedia.org Kuli 79 Wikipedia.org Ansgar Walk 80 Public Domain 81 Public Domain 82 Wikipedia.org Eric Rolph 83 Wikipedia.org Roseoftimothywoods 83 Public Domain 84 Wikipedia.org Peo 84 Wikipedia.org Bcrowell 85 Wikipedia.org Юрий Обоз 87 Wikipedia.org Digr 87 Wikipedia.org 1Matvey 87 Public Domain 88 Wikipedia.org Timpaananen 88 Wikipedia.org 'Нараша' 88 Public Domain 89 Sxc.hu Aiao-pl 90 Юлия Карлова (Ялта) 91 Stock Free Images & Dreamstime Stock Photos Banol2007 92 Public Domain 93 ХНАЦ 93 Public Domain 94 Public Domain 94 Wikipedia.org Andrew Behesnilian 95 Wikipedia.org Louise Docker 96 ХНАЦ 97 Wikipedia.org Jesus Gomez Fernandez 98 Public Domain 99 ХНАЦ 100 ХНАЦ 100 NASA 101 Stock Free Images & Dreamstime Stock Photos Payee 102 Public Domain 102 Flagstaffotos.com.au Firo002 103 Public Domain 103 ХНАЦ 104 Wikipedia.org Bidgee 104 Wikipedia.org And-j 104 Wikipedia.org Robin Duspapa 105 Wikipedia.org John Kerstholt 106 Wikipedia.org Chris Darling 107 Public Domain 108 Wikipedia.org McKay Savage 110 Wikipedia.org Justin Hobson 111 NOAA 112 NOAA 112 Wikipedia.org Th. Walther & Back 114 NOAA 115 NOAA 116 NOAA 117 NOAA 118 ХНАЦ 119 Ответы в Бытии, ХНАЦ 120 NASA 120 NASA 121 NASA 122 ХНАЦ 123 ХНАЦ 124 FEMA 125 FEMA 126 FEMA 127 NASA 127 Wikipedia.org Bidgee 128 Morguefile.com Dhannte, Sxc.hu Alan O'Neill 128 FEMA 130 Public Domain 130 NOAA 131 NASA 132 NASA 133 NOAA 134 Public Domain 135 Wikipedia.org Ali@gwc.org.uk 136 Wikipedia.org Sch 136 Марина Новицкая (Симферополь) 137 Wikipedia.org Andre 137 Wikipedia.org 138 ХНАЦ 141 Wikipedia.org Bidgee 142 Stock Free Images & Dreamstime Stock Photos Bao 142 Wikipedia.org Stefan Kuhn 142 Public Domain 143 Wikipedia.org RF90 143 Stock Free Images & Dreamstime Stock Photos Okirumi 144 Wikipedia.org El Salvador 144 Wikipedia.org L. Chang 144 Wikipedia.org Harald Linden 146 NASA 146 NOAA 147 NASA 148 Public Domain 149 Sxc.hu Michael Faes 150 NOAA 151 NOAA 152 Андрей Горяинов (Евпатория) 153 Public Domain 155 Евгений Фадеев, п. Выездное Нижегородской обл. 156 Public Domain 156 Public Domain 157 Public Domain 158 Wikipedia.org Fire Wire 159 Андрей Горяинов (Евпатория) 160 Марина Новицкая (Симферополь) 160 Imageshack.com 162 Марина Новицкая (Симферополь) 162 Андрей Горяинов (Евпатория) 164 Public Domain 165 Sxc.hu Christophe Libert 166 Wikipedia.org Kallerna 167 GMT 167 Public Domain 167 GMT 167 GMT 169 NOAA 169 Public Domain 170 Wikipedia.org Vito Rallo 171 Imageshack.com 173 Wikipedia.org Frank Vincentz 174 Ответы в Бытии, ХНАЦ 175 Public Domain 176 Public Domain 177 Wikipedia.org Hannes Grobe 179 Wikipedia.org Onera 180 NASA 181 Public Domain 182 Wikipedia.org Brocken Inaglory (Mila Zinkova) 183 Ответы в Бытии, ХНАЦ 183 Public Domain 184 Wikipedia.org Cantus 184 Wikipedia.org Kahuroa 184 Public Domain 187 Wikipedia.org Ismail Oruqi 188 Wikipedia.org Michael L. Bak 189 Wikipedia.org Zubro 190 Public Domain 191 Public Domain 192 Wikipedia.org Tttrung 193 Wikipedia.org Hellbuny 194 Wikipedia.org Brocken Inaglory 195 Wikipedia.org Stiopa 195 Wikimedia.org Janmad (Александр Ильин) 196 Ирина Шухтуева (Севастополь) 196 Wikipedia.org Tomasz Sienicki 197 Public Domain 197 Public Domain 198 Wikipedia.org Dani 7C3 198 USGS 199 Public Domain 199 Green.wikia 200 Юлия Карлова (Ялта) 201 Wikipedia.org Mikhail789 202 NOAA 203 NASA 204 Public Domain 205 Wikipedia.org PloS 206 Wikipedia.org Davidhv22 207 Wikipedia.org MatthiasKabel 208 NOAA 208 U.S. Navy 209 NOAA 209 Public Domain 210 U.S. Navy 210 NASA 211 NASA 211 U.S. Navy 212 U.S. Navy 212 NASA 213 NSF 214 NOAA 215 Public Domain 215 NOAA 215 Wikipedia.org Chris Huh & Dim Grits 216 Wikipedia.org Vadim Kurland 218 Ответы в Бытии, ХНАЦ 219 Sxc.hu Rick Hawkins 220 Wikipedia.org Andre Engels 220 Wikipedia.org 221 Wikipedia.org Erik Christensen & Roarjo 223 Public Domain 224 NOAA 225 NOAA 226 C. Van Dover (OAR-NURP, College of William & Mary) 226 NOAA 228 NOAA 229 Morguefile.com Ana C. Golpe

часть 1

АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Три основных события, сформировавшие современный облик Земли
- Названия и состав слоёв атмосферы
- Атмосферное давление
- Пять основных показателей погоды

ТЕМЫ УРОКОВ

урок 1. ПОГОДА ГЛАЗАМИ ХРИСТИАН	8
урок 2. СТРУКТУРА АТМОСФЕРЫ	12
урок 3. ВЕС И ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА.....	19
урок 4. ИЗУЧЕНИЕ ПОГОДЫ	27

урок 1

ПОГОДА ГЛАЗАМИ ХРИСТИАН

Что говорит Библия?



СЛОВАРЬ:

- метеорология

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- креационисты



Какие события изменили погоду на Земле?

Взгляни в окно: какая сегодня погода на улице? Идёт дождь? Снег? Или ярко светит солнце? Бог так устроил наш мир, чтобы дождь орошал поля, нуждающиеся в поливе, а солнечный свет помогал растениям набирать силу.

Библия сообщает нам, что Господь может управлять погодой. Например, когда Иисус Христос со своими учениками плыл в лодке по озеру, разразилась сильная буря. Но Иисус повелел ей прекратиться, и дождь с ветром тут же стихли (Евангелие от Матфея 8:23–27).

Творец создал мир прекрасным и совершенным. Погода была полностью пригодной для человека, животных и растений. Но люди ослушались Бога, и их грех поразил всё Творение. Весь мир, включая Землю и погоду на ней, изменился в худшую сторону. Позже люди стали настолько злы, что Бог позволил произойти Всемирному Потопу, уничтожившему всё живое (кроме тех, кто по воле Господа находились в Ноевом ковчеге). После потопа погода изменилась очень сильно. На следующих уроках ты узнаешь об этом подробнее.

Наука, изучающая погоду, называется **метеорологией**. Не забывай, изучая её, что погода, как и всё в мире, сотворена Богом и находится в Его власти.



- Кто создал различную погоду на земле?
- Как дождь и солнце, «работая» вместе, помогают людям?
- Какое событие, описанное в Библии, привело к очень сильному изменению погоды?



Можно ли говорить об особом, христианском взгляде на погоду? Ведь погода существует независимо от того, во что верят люди. Под дождём одинаково промокают и христиане, и атеисты. Как может быть христианским или не христианским взгляд на снег или ветер?..

Немало людей полагает, что вера в Бога и научное знание никак не связаны друг с другом. Но это не так. Наши убеждения влияют не только на отно-

шение к жизни, но и на то, как мы осмысливаем всё существующее и происходящее в мире.

Действительно, Библия – это книга об отношениях Бога и людей, а не учебник естествознания. Но повествуя о событиях недели Сотворения и о древнейших временах человеческой истории, Священное Писание упоминает и сведения об устройстве окружающего нас мира. Оно сообщает нам, что Господь создал Землю и всё, что находится на ней. Он запустил в действие и механизмы, которые управляют погодой.

Три глобальных исторических события сформировали в основном те условия существования, которые присущи сейчас нашей планете. Первое событие – это Сотворение. Весь мир был совершенным («очень хорошим» или «хорошим весьма», как свидетельствует Библия). Но затем произошло второе событие: первые люди ослушались Бога. Их грех принёс в мир разрушение и смерть. Когда же новые поколения людей, продолжая грешить, дошли до крайней степени испорченности, Господь позволил произойти Всемирному Потопу, в котором погибло всё живое, за исключением семьи Ноя и тех животных, которые по Божьей воле находились в Ноевом ковчеге. Потоп привёл к значительным изменениям облика Земли; очень сильно переменялись и погодные условия. Об этом ты узнаешь на следующих уроках.

Но христианское представление о погоде – это не только факты, почерпнутые из Священного Писания. От нашей веры в Господа зависит, считаем ли мы смену погодных явлений случайными природными изменениями, или гармоничной системой, созданной разумным Творцом. Что такое круговорот воды в природе: дар от Бога или случайность? Если ты веришь тому, что написано в Библии, тогда тебе известно, что Бог посылает дождь на землю (книга Иеремии 5:24, 14:22), и Он же иссушает её (книга Амоса 4:7).

Чтобы претворить в жизнь свой замысел, Бог может действовать в рамках законов природы, которые Он сам и установил, или выходить за их пределы. Например, когда Иисус Христос со своими учениками плыл в лодке по озеру, разразилась сильная буря. Но Иисус повелел ей закончиться, и дождь с ветром чудесным образом прекратились (Евангелие от Матфея 8:23–27).

Если смотреть на мир с христианской точки зрения, становится ясно, что всё во Вселенной устроено сверхъестественным образом, по Божьему замыслу, что наша Земля, как и всё мироздание, относительно молода (ей около 6–7 тысяч

лет), и что, создавая её совершенной, Господь проявил в этом Свою любовь и заботу о нас. Если помнить всё это, то, изучая погоду, ты сможешь многое узнать о Боге и лучше понять Его замысел.

Сама наука о погоде – **метеорология** – может существовать только потому, что погода подчиняется стройным законам, заложенным в неё Создателем.





БИБЛЕЙСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА О ПОГОДЕ

Заведи чистую тетрадь. Записывай в неё все цитаты из Библии, которые будут встречаться тебе в этом пособии. Это не только понадобится тебе в конце его изучения, но и не раз пригодится в жизни.



ПРОГНОЗ ПОГОДЫ

Открой местную газету и внимательно прочти прогноз погоды. Ты найдёшь там информацию о температуре и осадках, которые ожидаются в твоих краях сегодня и завтра. Что ещё ты узнал из прогноза?

На погоду может влиять множество факторов, поэтому точно предсказать её – дело непростое. Ты живёшь возле океана или большого озера? Эти водоёмы оказывают значительное воздействие на погоду в твоей местности. Или ты житель горных районов? И это влияет на погодные изменения.

Возможно, в газете будет указана информация о погоде на территории целого региона или всей страны. Если такого прогноза там нет, его можно найти в интернете.

Цель: сравнить погоду по всей стране.

Необходимые материалы: подробный прогноз погоды из газеты или интернета; лист бумаги, ручка, линейка.

Ход работы

1. Начерти на бумаге таблицу. В первой колонке перечисли главные города каждого региона своей страны.
2. Подпиши над остальными колонками, какие именно сведения ты там укажешь: температуру воздуха, наличие осадков, атмосферное давление, силу ветра, влажность воздуха и т. д.
3. Перенеси в таблицу из прогноза все необходимые данные.

Вопросы

- Как погода в твоём городе отличается от погоды в других городах страны?
- Почему, на твой взгляд, погода не везде одинаковая, а различается даже в соседних местностях?
- Всегда ли сбываются прогнозы погоды?

Вывод

От урока к уроку ты будешь лучше понимать, что погода – сложное явление и прогнозировать её непросто.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

-
- ?**
- Существует ли христианский взгляд на погоду?
 - Какие три события, описанные в Библии, сформировали погоду на Земле?
 - Перечисли несколько погодных показателей, которые можно узнать из прогноза в газете.
-



ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Почему важно иметь христианское представление о погоде?
- Какие географические или физические явления влияют на погоду?



УЧЁНЫЕ, ВЕРНЫЕ БИБЛИИ

Сегодня нередко можно услышать: верующие люди не могут быть учёными, они только и знают, что смотрят в своё Священное Писание и не обращают внимания на факты! Но это не так. Многие выдающиеся учёные прошлых лет верили и признавали истинность того, что записано в Библии.

Например, сэр Исаак Ньютон, один из величайших учёных всех времён, был христианином и верил, что всё сотворено Богом. Сэр Френсис Бэкон, который считается автором научного метода, тоже признавал, что во всём творении видна Божья рука. Он был убеждён, что научное познание мира возможно лишь потому, что Господь создал Вселенную упорядоченной и ждёт, когда мы откроем чудеса, сокрытые в ней.

И в наши дни немало учёных доверяет Библии, делая при этом значительный вклад в развитие науки. Таких учёных называют **креационистами** (от латинского слова *creatio* – «Сотворение»).

Если тебе будет интересна метеорология, то, изучая накопленные данные и получая новые в результате наблюдений и экспериментов, ты тоже можешь стать учёным, хорошим специалистом в этой области. Если при этом ты веришь сказанному в Писании и признаёшь Бога Творцом погоды, в твоих силах будет внести бóльшую ясность в понимание устройства нашего мира.

Ниже перечислены некоторые великие учёные-христиане прошлого. В скобках указано, какой областью научного знания каждый занимался. Выбери одного из них и исследуй его вклад в науку. Для этого отыщи как можно больше информации об этом человеке в книгах и интернете. Поделись этой информацией со своими одноклассниками и членами семьи. Пусть и они задумаются над тем, что многие великие учёные верили в Бога, а не считали, что мир возник случайно.

- Сэр Исаак Ньютон (физик)
- Уильям Томсон, лорд Кельвин (физик, специалист в области термодинамики)
- Блез Паскаль (физик, автор основного закона гидростатики)
- Иоганн Кеплер (астроном)
- Карл Линней (биолог)
- Роберт Бойл (химик)
- Чарльз Бэббидж (изобретатель первой вычислительной машины)
- Джозеф Листер (хирург)
- Дэвид Брюстер (физик, минералог)
- Луи Пастер (микробиолог)
- Джеймс Клерк Максвелл (физик, специалист в области термодинамики)

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



урок 2

СТРУКТУРА
АТМОСФЕРЫ
Воздушные уровни

СЛОВАРЬ:

- атмосфера
- тропосфера
- стратосфера
- мезосфера
- разрежённый воздух
- термосфера
- ионы
- ионосфера
- экзосфера
- магнитосфера
- полярное сияние

Как устроена атмосфера Земли?



Наша планета – особенная. Она единственная в Солнечной системе, на которой может существовать жизнь. Одна из причин этого – наличие у Земли **атмосферы**: воздушной оболочки, которая удерживается возле планеты силой её тяготения.

Земная атмосфера состоит из смеси газов: в основном, из азота и кислорода. Эту смесь мы называем *воздухом*. Кислорода вблизи поверхности Земли содержится в воздухе ровно столько, чтобы люди и животные могли дышать.

Атмосфера не только обеспечивает нас кислородом, но и защищает от космических жары и холода. Планеты, у которых атмосферы нет, очень сильно нагреваются, оказываясь под прямыми солнечными лучами, и сильно охлаждаются, когда лучи Солнца на их поверхность не попадают. На Земле ночью тоже холоднее, чем днём, но эта разница совсем невелика.

Ещё атмосфера защищает нас от вредного солнечного излучения и от *метеороидов* – космических камней, которые подлетают слишком близко к Земле и притягиваются ею. Они почти всегда сгорают в атмосфере. Лишь немногие, долетев до поверхности планеты (в этих случаях они называются *метеоритами*), оставляют на ней отметины.

Наконец, ещё одна задача атмосферы – создавать *давление воздуха*. Это давление необходимо для возникновения погодных явлений. Без атмосферы не было бы ни ветра, ни дождя, ни снега.

Чтобы оценить важность атмосферы, сравни Землю с Луной. На Луне нет атмосферы. Та её сторона, на которую светит Солнце, раскаляется, а на противоположной стороне в это время царит холод. Поверхность Луны испещрена кратерами – следами от упавших на неё метеоритов.

- Что такое атмосфера?
 • Из каких двух газов в основном состоит атмосфера Земли?
 • Какие важные задачи выполняет атмосфера?



Словом «земля» мы называем и почву, покрывающую поверхность суши, и саму нашу планету – всю, целиком. Планета Земля – это наш космический дом. И этим она уникальна. Ни на одной другой планете жизнь не могла бы существовать.

Земля окружена **атмосферой** – газовой оболочкой, которая удерживается возле её поверхности силой притяжения. Такая оболочка есть и у других планет Солнечной системы, но только земная атмосфера способна поддерживать жизнь. Она состоит на 78 % из азота, на 21 % из кислорода и на 1 % – из других газов, включая водород, углекислый газ, гелий и аргон. Эту смесь, идеально способствующую существованию жизни, мы называем **воздухом**.

Людям, животным и растениям необходим для дыхания кислород. Но если бы его **концентрация** в воздухе превышала 21 %, резко повысилась бы опасность пожаров, способных уничтожить всё живое: ведь кислород поддерживает горение. Ни на одной другой планете нет такого оптимального количества кислорода.

Азот разбавляет атмосферный кислород до нужной концентрации, а также защищает живые существа от солнечного гамма-излучения. Таким образом, земная атмосфера не только даёт нам возможность дышать, но и служит доспехами, защищающими нашу планету от вредных космических вторжений. И это не только радиоактивное излучение. Атмосфера задерживает большую часть **ультрафиолетовых лучей**, также исходящих от Солнца. Эти лучи способны при длительном и сильном воздействии навредить человеку, вызвав рак кожи. Благодаря атмосфере мы в огромной мере защищены от этой опасности.

Воздушная оболочка также обороняет Землю от бомбардировки космическими объектами – кусками камней, металла или льда. Такие небольшие космические тела называются **метеороидами**. Подлетая близко к Земле, они притягиваются ею. Если сравнить земную поверхность с лунной, ты увидишь, что Луна испещрена кратерами-отметинами, оставленными **метеоритами** (так называются метеороиды, достигшие поверхности планеты). А до Земли долетают лишь немногие из них. Врезаясь на огромной скорости в атмосферу, метеороиды из-за трения сильно нагреваются и вспыхивают. Подавляющее большинство из них полностью сгорает. Огненный след на ночном небе, оставленный сгорающим метеороидом, называется **метеором**. «Упала звезда», – иногда говорят люди, видя этот след.

Обеспечивает атмосфера и нашу защиту от резкого колебания температур. В результате температура воздуха на Земле максимально колеблется от –89 до +60 °С. Это максимальные величины; в среднем же зимняя температура на Земле составляет приблизительно –17 °С, а летняя +38 °С. А вот на Луне, где нет атмосферы, температура может составлять +127 °С на солнечной стороне и –173 °С – на тёмной. Понятно, что никакой живой организм не смог бы перенести ни такую жару, ни такой холод.

Наконец, ещё одна задача атмосферы – создавать давление воздуха. Оно необходимо как для правильной работы нашего тела, так и для возникновения погодных явлений. Без атмосферы не было бы ни ветра, ни дождя, ни снега. Об этом ты узнаешь подробнее на следующих уроках.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



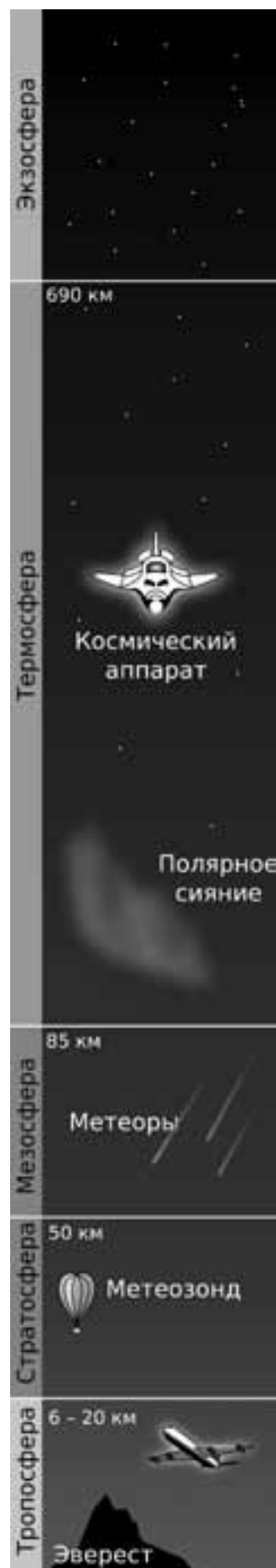
Толщина атмосферы составляет приблизительно 2–3 тысячи километров. Причём атмосфера не является однородной, а состоит из нескольких слоёв.

Самый близкий к поверхности слой называется **тропосфера**. Её верхняя граница находится на высоте от 8 (вблизи полюсов) до 16 (в тропиках) километров; причём зимой эта граница опускается, а летом поднимается. Именно в этом нижнем слое содержится 80 % всех молекул газов, которые входят в состав воздуха. Здесь же происходят почти все погодные явления. Температура воздуха в тропосфере с увеличением высоты понижается: чем выше – тем холоднее. Так происходит до высоты 9–11 км, после чего понижение температуры прекращается.

Следующий уровень атмосферы носит название **стратосфера**. Она располагается на высоте 11–50 км над поверхностью Земли. Здесь находится *озоновый слой*, который, как считается, поглощает опасные *ультрафиолетовые лучи* и защищает всё живущее на суше от губительного излучения. Температура воздуха в стратосфере с высотой не понижается, а повышается. На верхней границе она поднимается выше нуля градусов (при том, что температура нижней границы – около 55 градусов мороза).

Следующий слой – **мезосфера** – простирается на расстоянии от 50 до 90 км над землёй. Это средний уровень атмосферы (греческое слово *мезо* и означает «средний»). Здесь очень **разрежённый воздух** – составляющие его молекулы находятся далеко друг от друга. Поэтому он уже не в состоянии поддерживать самолёты или аэростаты. Тем не менее, он гораздо плотнее, чем в верхних слоях. Именно в мезосфере начинают светиться и сгорают притянутые к земле метеороиды, становясь метеорами. В нижней части мезосферы температура продолжает возрастать, но затем начинает опускаться до -70°C .

Термосферой называется слой атмосферы на расстоянии от 80–90 до 800 км над землёй. Воздух здесь ещё более разрежённый, поэтому он легко нагревается солнечными лучами. Температура воздуха в термосфере сильно колеблется в зависимости от солнечной активности и может подниматься почти до 2000°C . Под воздействием солнечной радиации одни молекулы атмосферных газов теряют электроны, а другие – присоединяют «лишние». В результате и те, и другие молекулы становятся электрически заряженными частицами – **ионами**. По мере увеличения высоты ионов образуется всё больше. Наибольшее их число находится на высоте 250–400 км. Весь электрически заряженный участок, входящий в состав термосферы, называется **ионосферой**. Ионы отражают большую часть радиоволн, и только ультракороткие волны проходят через ионосферу беспрепятственно. Поэтому именно ультракороткие радио-



волны используются для связи с космонавтами и космическими аппаратами. Самые низкие орбиты спутников Земли располагаются в термосфере, на высоте 200 км.

Внешний слой атмосферы называется **экзосфера**. Она начинается на высоте 800 км над земной поверхностью. Воздух здесь разрежён настолько, что его частицы оказываются слабо связанными друг с другом, и происходит их утечка в космическое пространство.

Однако нам не грозит потеря атмосферы: Творец надёжно защитил её. На уровне экзосферы находится область, в которой активно действует *магнитное поле* Земли. Эта область называется **магнитосфера**. Она является тем щитом, без которого жизнь на Земле не могла бы уцелеть: потоки солнечной энергии разрушили бы атмосферу и унесли её в пространство. Но магнитосфера отклоняет эти потоки частиц в стороны. Некоторая их (неопасная) часть отбрасывается к полюсам Земли и там всё же попадает в нижние слои атмосферы. При столкновении с ионами



Полярное сияние

и молекулами воздуха эти заряженные частицы начинают светиться. Возникает очень красивое атмосферное явление – **полярное сияние**. Когда на Солнце происходят вспышки, число заряженных частиц, проникающих в ионосферу над полюсами, увеличивается. Тогда полярные сияния становятся более заметными.

На высоте 2–3 тысяч километров экзосфера постепенно переходит в *ближне-космический вакуум*, кото-

рый заполнен лишь отдельными частицами межпланетного газа (главным образом, атомами водорода), а также пылью кометного и метеорного происхождения.



ПРОВЕРЯЕМ НАЛИЧИЕ КИСЛОРОДА

Атмосфера Земли на 21 % состоит из кислорода. Этот газ необходим для дыхания. Без него также было бы невозможно горение.

Цель: проверить, присутствует ли в воздухе кислород.

Необходимые материалы: свеча, пластилин, банка, глубокая тарелка, спички или зажигалка, фломастер.

Будь очень осторожен, работая со спичками и свечой!

Ход работы

1. Прикрепи свечу к дну тарелки кусочком пластилина.
2. Ещё несколько кусочков пластилина прикрепи к дну так, чтобы они могли поддерживать банку, поставленную на них горлышком вниз.
3. Наполни тарелку наполовину водой, чтобы кусочки пластилина оказались полностью под её поверхностью.



4. Зажги свечу и быстро накрой её банкой так, чтобы горлышко банки оказалось ниже уровня воды. Аккуратно поставь банку на кусочки пластилина, чтобы её края не касались дна тарелки. Обрати внимание, на какой уровень вода проникла в банку.
5. Наблюдай за пламенем свечи, пока оно не погаснет. После этого отметь фломастером на поверхности банки, на какой уровень поднялась в ней вода.



Вопросы

- Почему погасла свеча?
- Что произошло с уровнем воды в банке? Почему так получилось?

Выводы

При горении свечи расходуется кислород внутри банки. Как только он весь закончится, пламя потухает. При этом объём воздуха в банке уменьшается, и вода начинает втягиваться внутрь, заполняя освободившееся место. Поэтому уровень воды в банке поднимется выше её уровня в тарелке.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Из каких газов состоит воздух?
 - Назови известные тебе пять уровней атмосферы.
 - Что происходит в ионосфере?
 - Как и от чего защищает нас атмосфера?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Что происходило бы на Земле, если бы кислорода в воздухе было больше, чем сейчас?
 - Что произойдёт, если азот в атмосфере заменить более активным газом – например, углеродом?



ТЕМПЕРАТУРА АТМОСФЕРЫ

Если ты ходил в горные походы, то знаешь, что на вершине горы обычно холоднее, чем у подножия. В тропосфере температура воздуха снижается с высотой. Она падает в среднем на $6,4^{\circ}\text{C}$ на каждый километр. Но приблизительно на одиннадцатом километре над землёй температура перестаёт снижаться, а на двенадцатом – снова начинает повышаться.

Рост температуры воздуха продолжается на протяжении всей стратосферы. В мезосфере температура снова падает, и опять начинает возрастать в термосфере.

Посмотри на таблицу. В ней обозначена средняя температура на той или иной высоте.

Цель: построить график колебаний температуры с увеличением высоты.

Необходимые материалы: бумага в клеточку, карандаш или ручка, цветные карандаши.

Ход работы

- 1. Нарисуй *систему координат*. На оси X обозначь температуру воздуха от $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (одно деление пусть означает 10 градусов). На оси Y нанеси высоту от 0 до 110 км (одно деление равно 10 км).
- 2. Обозначь на графике точки с координатами, обозначенными в таблице.
- 3. Соедини точки жирными линиями, чтобы получить график изменения температуры в зависимости от высоты.
- 4. Подпиши уровни атмосферы и раскрась участки графика, соответствующие каждому уровню, в разные цвета. Например, участок от самого низа до высоты 11 км аккуратно закрась голубым карандашом и так далее. Теперь на твоём графике видно, где начинается и заканчивается каждый уровень.

Высота (в км)	Температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$)
0	25
11	-50
50	0
80	-80
100	50

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

КАК БЫЛ ОТКРЫТ СОСТАВ ВОЗДУХА

С античных времён люди полагали, что воздух — это единый неделимый элемент. Считалось даже, что он в сочетании с тремя другими «элементами» (землёй, водой и огнём) образует все вещества и предметы, которые только есть в мире.

Только в середине XVIII века учёные подошли к пониманию того, что воздух — это смесь различных веществ. Слово «газ» тогда ещё не использовалось: выделяемые в ходе химических реакций газы получали название «огненный воздух» — кислород, «горючий воздух» — водород, «щелочной воздух» — аммиак, и т.п. Причём многие исследователи, получая в ходе экспериментов всевозможные газы, не замечали между ними различия. Некий Стивен Хейлз описал реакции, при которых выделяется «атмосферный воздух». На самом деле он получил

кислород, водород, азот, углекислый газ, хлор и другие газы — но не сумел заметить различия в их запахе, цвете, растворимости в воде, горючести. Их поразительные различия, проявляемые в химических реакциях, Хейлз считал результатом случайного смешения «атмосферного воздуха» с инородными примесями.

Вопрос о первенстве открытия сложного состава воздуха непрост. К этому выводу почти одновременно пришли несколько исследователей.

Шотландский химик Джозеф Блэк в 1754 г. обнаружил, что при нагревании некоторых веществ выделяется «связанный воздух», то есть углекислый газ. Этим он экспериментально доказал, что воздух — это смесь газов, а не однородное вещество. Но открытие других составных частей воздуха предстояло сделать другим учёным.

Тёзка Блэка, британский священник Джозеф Пристли, был проповедником, а также преподавал богословие и иностранные языки. В 1766 г. Пристли познакомился с выдающимся американцем Бенджамином

1 АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА И КЛИМАТ

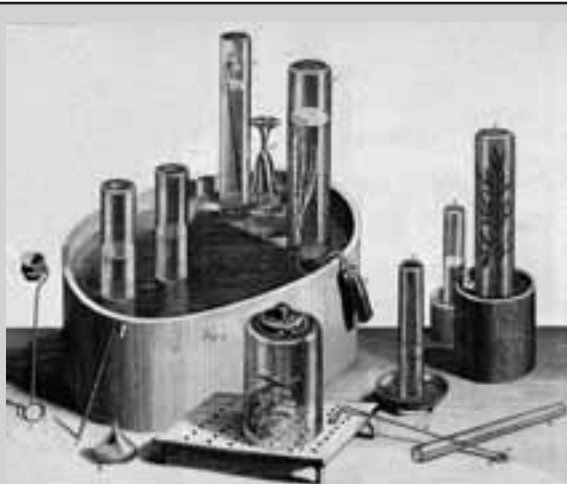
3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ ДНО



Лабораторное оборудование Джозефа Пристли

Франклином. В результате он увлёкся изучением электричества и химией.

В начале 1770-х гг. Франклин в письме рассказал Джозефу о пузырьках, поднимающихся со дна реки. Если поднести огонь к поверхности воды, пузырьки всплывают. Пристли заинтересовался воспламеняющимся газом. В результате именно ему принадлежит честь открытия кислорода. Он также получил, проводя различные реакции, углекислый газ. Но главным и самым его знаменитым открытием остаётся, несомненно, кислород.

Практически одновременно с Пристли получил кислород в лабораторных условиях и шведский химик *Карл Шеёле*. Примерно в 1773 г. он сделал вывод, что атмосферный воздух состоит из двух видов «воздуха»: один из них поддерживает горение, а вторая — препятствует ему. «Огненный воздух», выделенный им, был, конечно же, кислородом.

Когда в Париж приехал шведский король, к нему пришла делегация французских учёных и высказала почтение к Швеции как к стране выдающегося химика Карла Шеёле. Король никогда не слышал о Шеёле; он немедленно издал приказ возвести химика в дворянское достоинство. Однако премьер-министр Швеции тоже не знал учёного —

и в результате титул графа достался другому Шеёле, лейтенанту артиллерии. А великий учёный так и остался неизвестным для короля и придворных.

Привычка Шеёле пробовать всё на вкус стоила ему жизни. В 1786 г. его нашли мёртвым на своем рабочем месте в окружении ядовитых реактивов.

Даниель Рутерфорд заведовал кафедрой теории и практики медицины в Шотландии, был президентом британского Королевского Колледжа врачей. Работая с мышами, он заметил, что при определённых химических реакциях зверьки умирали. Исследуя причину этого, учёный обнаружил то, что назвал «ядовитым газом». Сегодня мы называем его азотом и знаем, что сам по себе он не ядовит — а просто, в отсутствие кислорода, не может поддерживать дыхание.

И, конечно, нельзя не упомянуть ещё одного британского физика и химика, *Генри Кавендиша*. В 1766 г. он опубликовал научную работу под названием «Искусственный воздух» — так Кавендиш предлагал называть любые газы, которые можно получить лабораторным путём. Первая часть его трактата относится к водороду, вторая — к углекислому газу, третья — к газам, выделяющимся при брожении и гниении.

Главное же достижение Генри Кавендиша — в том, что он смог довольно точно определить состав атмосферы. После тщательных измерений учёный пришел к выводу, что обычный воздух состоит из одной части «воздуха без флогистона» (кислорода) и четырёх частей «воздуха с флогистона» (азота). Затем ему удалось удалить кислород и азот из образца атмосферного воздуха, но при этом оставалась ещё определённая часть. В 1785 г. Кавендиш пришел к выводу, что не более $\frac{1}{120}$ части атмосферного воздуха состоит из газов, отличных от кислорода и азота.

Запомни эти пять имён. Это первопроходцы изучения земной атмосферы.

ВЕС И ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА

Невидимые объятия

урок 3



СЛОВАРЬ:

- вес
- атмосферное давление
- антициклон

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- вакуум

С какой силой на нас давит воздух?



Сколько весит воздух? Наверное, ты удивишься: разве у воздуха есть вес?.. Да, есть, хотя мы его обычно не замечаем.

На прошлом уроке ты узнал, что воздух состоит из азота, кислорода и незначительных примесей других газов. Каждая их частица (*молекула*) очень маленькая и весит совсем немного. Но вся атмосфера весит приблизительно пять миллионов миллиардов тонн. Такой вес даже представить себе невозможно!

На любой предмет, любую поверхность внутри земной атмосферы давит своим весом тот «столб» воздуха, который находится сверху. Эта сила называется **атмосферным давлением**. Мы его не чувствуем, потому что внутри нашего тела тоже есть воздух, и его давление уравнивает атмосферное.

Атмосферное давление может становиться сильнее или слабее под влиянием солнечного тепла, времени года, а также в зависимости от того, на какой высоте мы находимся. Его изменения влияют на погоду. Как это происходит, ты узнаешь немного позже.



- Есть ли вес у воздуха?
- Что такое атмосферное давление?
- Как атмосферное давление связано с погодой?



Есть ли вес у воздуха? Возможно, ты считал, что воздух невесом. Не смущайся: не ты один так думал. На протяжении многих веков люди были уверены: раз воздух нельзя увидеть или почувствовать, значит, он ничего не весит. Но это не так.

Давай сначала уточним, что такое **вес**. Это сила, с которой тот или иной предмет, объект, физическое тело давит на опору или растягивает подвес под действием *гравитации* – силы земного притяжения. Но разве воздух – это предмет?.. В физическом смысле – да. Из прошлого урока ты знаешь, что воздух – это



смесь газов. А каждый газ, так же как твёрдые тела и жидкости, состоит из мельчайших частиц – *атомов* и *молекул*. И у каждой такой частицы есть вес, пусть и очень маленький. Если сложить вес всех молекул в одном литре воздуха, получится чуть больше, чем 1,5 грамма. Но атмосфера Земли настолько велика, что её вес (то есть общий вес всех частиц входящих в её состав газов) составляет примерно 5 000 000 000 000 000 (пять миллионов миллиардов) тон!

Итак, воздух обладает весом, то есть оказывает давление на опору. На любой предмет, на любое существо на Земле давит находящийся над ним «столб» воздуха. С какой силой? При нормальных погодных условиях и при температуре воздуха, равной 15 °С, **атмосферное давление** на уровне моря составляет приблизительно 1 кг (точнее, 1033 г) на 1 квадратный сантиметр поверхности. (Здесь нужно уточнить, что измерять вес в килограммах и граммах, с научной точки зрения, неправильно: это единицы не веса, а массы – «количества»

вещества. Подробнее о массе ты узнаешь из пособия «Мир веществ». Но поскольку вес и масса в обычных условиях тесно связаны, мы в повседневной жизни нередко используем единицы массы для обозначения веса).

Атмосферное давление, хотя и непосредственно зависит от веса воздуха, отличается от него. Вес – это сила, направленная в одну сторону, вертикально к земной поверхности. Но любые газы (а также жидкости) обладают одним важным свойством. Они передают давление не в одном направлении, а во все стороны одновременно и с одинаковой силой. Поэтому атмосферное давление воздействует на нас с силой, равной весу воздушного «столба» над нами, но воздействие это направлено не только сверху, а со всех сторон.

Значит, на каждый квадратный сантиметр твоего тела, от макушки до пяток (если только ты не прижимаешь их плотно к земле), действует сила, равная весу килограммовой гири. А площадь твоего тела превышает 10 000 кв. см. Получается,

что ты таскаешь на себе десять тонн, и даже больше! Почему же мы не ощущаем этого давления, сжимающего нас подобно крепким невидимым объятиям? Дело в том, что давление воздуха и жидкости, находящихся внутри наших тел, равно по силе внешнему, атмосферному давлению (ведь воздух внутри нас связан с атмосферой через органы дыхания). В результате давления снаружи и внутри уравниваются друг друга.

Нетрудно понять, что атмосферное давление зависит от высоты местно-



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Без атмосферного давления мы не могли бы ни дышать, ни пить. При вдохе мы усилием мышц увеличиваем объём грудной клетки, при этом давление воздуха в лёгких уменьшается – и атмосферное давление вталкивает в них новую порцию воздуха. Втягивание ртом жидкости (например, воды из стакана) создаёт разрежение воздуха в ротовой полости. Поэтому более высокое атмосферное давление «вгоняет» туда часть жидкости.





Пластиковая бутылка, сплюснутая разницей давления воздуха снаружи и внутри неё

каким было на этой высоте снаружи. По мере спуска давление воздуха вокруг росло, а в бутылке оставалось прежним. Её стенки испытывали всё больший напор снаружи. Ты видишь, что произошло с бутылкой на высотах 2700 м и 300 м над уровнем моря: атмосферное давление сплющило её.

Но и на одном и том же месте атмосферное давление может изменяться. Это происходит потому, что под влиянием солнечного тепла молекулы газов удаляются друг от друга; при снижении же температуры они, наоборот, сближаются. А чем больше молекул находится над данным участком поверхности, тем больше их вес и тем с большей силой они оказывают на этот участок давление.

Давай рассмотрим один пример изменения атмосферного давления, связанный со сменой времён года. Зимой над материками воздух более холодный, чем над океанами. Чем воздух теплее, тем сильнее он расширяется, увеличивается в объёме. Поэтому воздушный столб одинакового объёма над одинаковыми по площади участками суши и водной поверхности будет содержать разное количество частиц: над сушей – больше, над морем – меньше (часть воздуха, расширившись, выйдет за пределы этого объёма). Большее количество воздуха, разумеется, и весит больше. В результате вес воздушного «столба» над материками повышается, здесь образуются большие зоны повышенного атмосферного давления – **антициклоны**.

Таким образом, атмосферное давление неразрывно связано с погодой. Изменения в давлении воздуха приводит к появлению ветров, которые перемещают воздушные массы по всей планете. О том, как это происходит, мы поговорим в дальнейшем. Если бы воздух ничего не весил, у ветра не было бы никакой силы, и изменения в погоде не происходили бы.

Библия упоминает о весе воздуха в книге Иова, говоря о Боге: «... Он ветру полагал вес и располагал воду по мере, ... назначал устав дождю и путь для молнии громоносной...» (Иов 28:24–27, Синодальный перевод). Ты видишь, что Библия права даже в отдельных деталях – причём таких, которые в древности казались людям невероятными.

сти. В высотных областях размеры «столба» оказываются меньше, чем внизу; а сам воздух становится более разрежённым, число его молекул уменьшается. Посмотри на фотографии: эту пустую пластиковую бутылку плотно закрыли в горах, на высоте 4300 м над уровнем моря. Давление воздуха внутри неё осталось таким же,

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Температура кипения воды (и других жидкостей) зависит от атмосферного давления. Чистая пресная вода кипит при стандартном атмосферном давлении при температуре 100 °С. С уменьшением давления будет уменьшаться и температура кипения. На вершине горы Олимп в Греции (2900 м над уровнем моря) вода закипит при 90 °С, а на высочайшей горе в мире Эвересте (8848 м) – при 70 °С. Если тебе захочется сварить суп на этой высоте, необходимо учитывать эту разницу, чтобы в менее горячей воде еда не осталась полусырой.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО





ДЕЙСТВИЕ НЕВИДИМОЙ СИЛЫ

Вес воздуха и атмосферное давление можно обнаружить, поставив несколько интересных опытов.

ОПЫТ 1. Взвешиваем воздух.

Цель: проверить, имеет ли воздух вес.

Необходимые материалы: резиновая нить или тонкая пружинка, небольшой крючок для шторы, скотч, два карандаша, бумажная полоска, воздушный шарик, нитка.

Ход работы

1. Прикрепи один конец резиновой нити или пружинки скотчем к карандашу.
2. На другом конце резинкикрепи крючок для шторы.
3. Закрепи скотчем карандаш горизонтально у края стола, чтобы нить или пружина свисала вдоль его ножки. Ты сконструировал самодельные пружинные весы.
4. Приклей на ножку стола скотчем бумажную полоску рядом со своими весами или за ними.
5. Отметь карандашом, на каком уровне находится крючок. Это будет начало шкалы весов.
6. Осторожно прикрепи к крючку воздушный шарик, не надувая его. Отметь карандашом, до какого уровня опустился крючок весов.
7. Надуй шарик и крепко завяжи его ниткой.
8. Прикрепи ниткой шарик к крючку.

Вопрос

- На каком уровне теперь находится крючок весов?

Вывод

Крючок опустился ниже той метки, на которой остановился первоначально, потому что вес шарика увеличился: к нему прибавился вес воздуха, находящегося внутри. Следовательно, у воздуха есть вес, даже если мы его не замечаем.

ОПЫТ 2. Непослушный пакетик.

Цель: обнаружить действие атмосферного давления.

Необходимые материалы: небольшой полиэтиленовый пакетик, банка с широким горлышком, резиновый жгут или верёвка.

Ход работы

1. Помести пакетик в банку, завернув его края наружу.
2. Расправь пакетик, чтобы он почти касался стенок банки изнутри.
3. Крепко обвяжи банку ниже бороздок на горлышке (вместе с краями пакетика) резиновым жгутом или верёвкой.
4. Теперь попробуй вытащить пакетик из банки наружу.

Вопросы

- Что находится в банке? (Если скажешь, что целлофановый пакет – будешь прав лишь отчасти).
- Почему вытащить пакетик удаётся с трудом?



Выводы

Чтобы вытащить пакетик, необходимо приложить значительную силу. Внутри пакетика находится воздух, который оказывает на него давление. Поскольку края банки запечатаны верёвкой, новая порция воздуха не может проникнуть в банку и уравновесить это давление извне. Поэтому вес воздуха держит пакетик в банке.

ОПЫТ 3. Перевёрнутый стакан.

Цель: продемонстрировать, что атмосферное давление действует во всех направлениях.

Необходимые материалы: стакан, вода, лист плотной бумаги.

Ход работы

1. Наполни стакан водой до самого края.
2. Накрой стакан листком плотной бумаги.
3. Придерживая бумагу ладонью, быстро переверни стакан кверху дном.
4. Теперь убери ладонь.

Вопросы

- Что произошло с водой в стакане?
- Почему?

Выводы

Вода из стакана не выльется. На лист бумаги действует снизу атмосферное давление (1 кг на кв. см), а сверху – вес воды, находящейся в стакане (приблизительно $\frac{1}{5}$ кг на всю площадь того круга, где лист соприкасается с водой). Более сильное давление воздуха удерживает бумагу и не даёт ей отпасть.

Опыт получается лучше, если предварительно слегка смазать край стакана подсолнечным маслом или другим жиром.

На всякий случай проделывай этот опыт над раковиной или тазом – потому что при незначительном перекосе листка и при недостаточной опытности на первых порах воду можно и разлить.

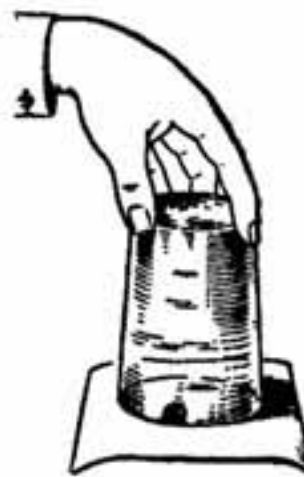
ОПЫТ 4. Несокрушимая газета.

Цель: проверить, насколько велико атмосферное давление на различные поверхности.

Необходимые материалы: старая линейка длиной 30–50 см, газета, защитные очки, крепкая палка.

Ход работы

1. Положи на стол линейку, чтобы она на 10–15 см выступала за край стола.
2. Накрой стол вместе с линейкой полностью развёрнутой газетой.
3. Медленно надави на выступающий конец линейки. Тебе легко удастся опустить его вниз, а другой конец при этом приподнимает газету.
4. Верни линейку и газету на прежнее место. Тщательно разгладь газету, чтобы она плотно прилегала к столу и линейке.



5. Надень защитные очки.

6. Резко и сильно ударь по выступающему концу линейки палкой. (**Крепко держи палку, чтобы случайно не ушибиться, и проводи эксперимент вдали от предметов, которые можно нечаянно разбить или опрокинуть**).

Вопросы

- Что произошло в результате удара?
- Как объяснить случившееся?

Выводы

Линейка осталась неподвижной или, если удар был достаточно сильным, даже сломалась! При этом её противоположный конец вместе с газетой почти не шелохнулся. Это произошло потому, что сверху на газету давит атмосферный воздух. При медленном нажатии на конец линейки воздух проникает под газету и уравнивает давление на неё. При резком ударе воздух не успевает мгновенно проникнуть под газету. Атмосферное давление на газету сверху оказывается большим, чем под ней. Линейке приходится испытать на себе эту силу давления. Она не выдерживает и ломается.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Что воздействует на молекулы воздуха, создавая атмосферное давление?
- Какое давление воздуха мы испытываем при нормальных условиях на уровне моря?
- Почему мы не чувствуем вес воздуха?
- От чего зависит величина атмосферного давления?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Равномерно ли изменяется атмосферное давление над всей земной поверхностью?
- Почему самолёт, летящий на большой высоте, должен быть герметично закрыт?
- Что произойдёт, если на большой высоте выбросить из самолёта плотно закрытую стеклянную банку?



ОПЫТ С МАГДЕБУРГСКИМИ ПОЛУШАРИЯМИ

Цель: ещё одним способом продемонстрировать давление воздуха.

Необходимые материалы: два стакана, небольшая свеча, спички, газета, ножницы, вода.

Ход работы

1. Зажги свечу и поставь её в один из стаканов. **Будь осторожен, чтобы не устроить пожар!**
2. Сложи газету в несколько раз и вырежи из неё многослойный круг диаметром немного больше, чем внешний край стакана.



3. Вырежи у круга середину, оставив ободок шириной в 2–3 см.
4. Смочи бумагу водой.
5. Получившуюся эластичную прокладку положи на верхний край первого стакана (со свечой).
6. Осторожно поставь на эту прокладку перевёрнутый второй стакан и прижми его к бумаге, чтобы внутреннее пространство обоих стаканов оказалось изолированным от внешнего воздуха.
7. Когда свеча потухнет (ты уже знаешь почему), подожди 1–2 минуты, а потом возьми за верхний стакан и приподними его. Что произошло?

Выводы

Нижний стакан как бы прилип к верхнему и поднялся вместе с ним. Сначала огонь свечи нагрел воздух, содержащийся в нижнем стакане; как тебе известно, нагретый воздух расширяется, поэтому часть его вышла из стакана. Когда ты медленно приближал к первому стакану второй, часть содержавшегося в нём воздуха тоже успела нагреться и вышла наружу. Значит, когда оба стакана были плотно придавлены один к другому, в них было меньше воздуха, чем до начала опыта. Свеча потухла, как только был израсходован весь содержащийся в стаканах кислород.

После того как оставшиеся внутри стакана газы остыли, там возникло разрежённое пространство, а воздушное давление снаружи осталось неизменным. Поэтому оно плотно прижало стаканы один к другому.

Ты повторил сейчас в упрощённом виде опыт, который 350 лет назад окончательно доказал существование атмосферного давления: опыт с *магдебургскими полушариями*. О нём ты прочтёшь в разделе «Это интересно!».

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

ОПЫТ ТОРРИЧЕЛЛИ И МАГДЕБУРГСКИЕ ПОЛУШАРИЯ

Купи в аптеке одноразовый шприц. Налей воды в стакан. Опусти туда шприц (иголку надевать не нужно) и потяни за поршень. Произошло то, чего ты и ожидал: вода поднялась внутрь шприца. На поверхность воды действует атмосферное давление, оно и вытесняет воду вверх, сопротивляясь гравитации, когда в шприце из-за движения плотно притёртого к стенкам поршня возникает пустота или **вакуум** – пространство, свободное от вещества.

Но люди понимали это не всегда. На протяжении более двух тысячелетий, вплоть до середины XVII века, было непререкаемым мнение древнегреческого учёного Аристо-

теля: вода поднимается за поршнем насоса потому, что «природа боится пустоты». То есть пустота считалась причиной подъёма, хотя на самом деле такой причиной является атмосферное давление, а вакуум лишь освобождает для жидкости место.

Первыми, кто практически измерил давление «воздушного океана», стали итальянские колодезники. В 1630-х гг. при сооружении фонтанов во Флоренции обнаружилось, что засасываемая насосами из колодцев вода не поднимается вверх с глубины, превышающей 34 фута (10 м). Мастера объяснили удивлённым заказчикам, что так бывает всегда, и что путём всасывания невозможно поднять воду выше. Заказчики обратились за помощью к престарелому гениальному учёному Галилео Галилею. Тот сострил, что, вероятно, природа перестаёт бояться пустоты на высоте более 34 футов, но после предложил разобраться в этом своим ученикам – Эванджелисте Торричелли и Винченцо Вивiani.



Трудно сказать, кто из них первым догадался, что высота поднятия жидкости за поршнем насоса должна быть тем меньше, чем больше её *плотность*. Учёные решили: так как ртуть в 13 раз плотнее воды, то высота её поднятия за поршнем будет во столько же раз меньше. Так они получили возможность перенести эксперименты со стройплощадки в лабораторию.

В 1644 г. Вивiani и Торричелли поставили первый опыт по измерению атмосферного давления. Запаяв с одной стороны стеклянную трубку длиной 1 м, они полностью заполнили её ртутью и опрокинули открытым концом в широкий сосуд с тем же веществом. Ртуть начала выливаться из трубки в посуду, пока не остановилась на высоте, равной приблизительно 760 мм от поверхности ртути в сосуде. Повторяя опыт, исследователи обнаружили, что высота столба ртути не зависит ни от формы трубки, ни от её наклона – она всегда одинакова (см. рисунок).



Из этого Торричелли сделал два вывода: первый – что пространство, образовавшееся над ртутью в трубке, является пустотой, и второе – что ртуть не выливается полностью из трубки в сосуд потому, что атмосферный воздух давит на поверхность ртути в сосуде. (Вакуум, возникающий над поверхностью жидкости в герметически закрытом сверху сосуде, назван в честь его первооткрывателя: *торричеллиева пустота*).

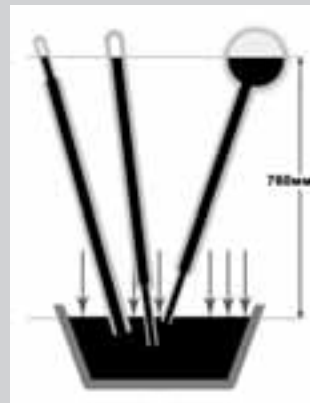
В феврале 1645 г. кардинал Джованни де Медичи распорядился установить в Риме несколько трубок Торричелли и наблюдать за ними. Очень скоро было замечено, что уровень ртути в них то немного поднимается, то опускается. Это означало, что атмосферное давление меняется и что его можно измерить. Так трубка Торричелли стала первым *барометром*.

Величина «760 мм ртутного столба» – это показатель стандартного атмосферного давления: 1033 г на 1 кв. см поверхности.

Но утверждение о том, что воздух имеет вес, показалось современникам настолько невероятным, что не сразу было принято другими учёными.

В 1654 г. немецкий физик и бургомистр города Магдебурга Отто фон Герике поставил ещё один публичный эксперимент, продемонстрировавший атмосферное давление и его силу. С помощью изобретённого им особого воздушного насоса Герике выкачал почти весь воздух из плотно сложенных медных полушарий диаметром около метра. Чтобы после этого оторвать их одно от другого, в каждое пришлось запрячь по восемь лошадей. Шестнадцать лошадей должны были напрячь все силы, чтобы преодолеть давление воздуха на внешние стороны полушарий, которое составляло приблизительно 7000 кг.

После этого все учёные убедились, что воздух не просто имеет вес, но и способен оказывать весьма сильное давление.



ИЗУЧЕНИЕ ПОГОДЫ

От чего она зависит?

урок 4



СЛОВАРЬ:

- метеорологи
- температура воздуха
- влажность воздуха
- абсолютная влажность
- относительная влажность
- воздушные потоки
- восходящий поток
- нисходящий поток
- ветер
- атмосферные осадки



Что изучают метеорологи?

Каждый человек, так или иначе, зависит от погоды. Любого интересует, пойдёт ли сегодня дождь или будет достаточно тепло, и можно отправляться на прогулку. Чтобы иметь представление о том, какие погодные изменения нас ожидают, необходимо изучать состояние атмосферы. Учёные, занимающиеся метеорологией, так и называются: **метеорологи**.

Основная причина, по которой меняется погода, – это солнечная энергия. Солнце нагревает землю, а земля, нагреваясь, отдаёт тепло воздуху. Перемещения холодного и тёплого воздуха и приводят к погодным изменениям.

Исследуя погоду, метеорологи изучают несколько её основных показателей.

Во-первых, они измеряют **температуру воздуха**, чтобы узнать, насколько он холодный или тёплый.

Во-вторых, измеряется **атмосферное давление**. Более тёплый воздух оказывает меньшее давление, чем холодный. Из-за этой разницы в давлении происходит движение воздуха в атмосфере, его перемешивание.

Ещё один важный погодный показатель – это **влажность воздуха**, количество содержащейся в нём влаги (водяного пара).

Метеорологи также наблюдают за **ветром**. Знаешь, что это такое? Конечно же, знаешь! Учёные дают ветру точное определение: это поток воздуха, который движется в основном горизонтально – не вверх и вниз, а вдоль поверхности Земли. Метеорологи изучают, как быстро и в каком направлении движется ветер.

А ещё необходимо изучать, как много снега или дождя выпадает в той или иной области. Дождь, снег и другая влага, выпадающая на землю из облаков или осаждающаяся из воздуха, называется **атмосферными осадками**.

Все вместе эти показатели помогают не только понять, как и почему происходят изменения погоды, но и позволяют предсказывать эти перемены в ближайшем будущем.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



- ?
- Кто такие метеорологи и чем они занимаются?
 - Что измеряют метеорологи, изучая погоду?
 - Давление какого воздуха сильнее: тёплого или холодного?



Поскольку погодные явления происходят в атмосфере, специалисты в области метеорологии (их называют **метеорологами**) исследуют воздушную оболочку нашей планеты.

Большинство метеорологических исследований связано с *тропосферой*: основная часть погодных процессов происходит именно здесь. Солнечные свет и тепло оказывают большое влияние на молекулы газов и частицы воды, находящиеся в тропосфере. Именно солнечная энергия является главной причиной возникновения и смены погодных явлений. Она достигает Земли в виде света, видимого человеческим глазом, а также в виде *ультрафиолетового и инфракрасного излучений* (невидимых для нас). Большая часть вредного ультрафиолетового излучения, как ты знаешь, поглощается в стратосфере. Наибольшее влияние на погоду оказывает инфракрасное излучение. Оно проникает через атмосферу и нагревает поверхность Земли; Земля же, в свою очередь, нагревает воздух, что приводит к его движению. Перемещения холодного и тёплого воздуха и приводят к погодным изменениям.

Метеорологи изучают пять основных показателей состояния того или иного участка атмосферы.

Первый из них – это **температура воздуха**: интенсивность его тепла. Температура зависит от скорости движения молекул вещества. Молекулы газов в тёплом воздухе движутся быстрее, чем в холодном.

Второй показатель, по которому изучают погоду, тебе уже известен: это *атмосферное давление*. Метеорологи исследуют области с высоким и низким атмосферным давлением, а также взаимодействие этих областей друг с другом. В областях с низким давлением обычно бывает тёплый, влажный воздух. Часто это выражается в тёплой облачной погоде. А в областях с высоким давлением воздух холоднее и суше, погода здесь, как правило, ясная и прохладная.

Третья характеристика погоды – **влажность воздуха**. Метеорологи измеряют количество содержащегося в воздухе водяного пара. Этот показатель называется **абсолютной влажностью**. Исследователей также интересует **относительная влажность** – отношение количества воды в воздухе к тому количеству воды, которое при данной температуре воздух способен удерживать. Относительная влажность показывает, способен ли воздух ещё вбирать в себя влагу, или уже насыщен ею и вот-вот прольётся дождём. Тёплый воздух может удерживать больше влаги, чем холодный. Поэтому у проб воздуха, взятых при разной температуре, относительная влажность может различаться при одинаковой абсолютной.



По мере подъёма в горы атмосферное давление понижается

Четвёртый показатель, интересующий метеорологов, – наличие **воздушных потоков** и их перемещение. В атмосфере есть свои воздушные волны и потоки, словно в море. Воздух, за редкими исключениями, не находится в неподвижности, а перемещается. Потоки воздуха могут быть *восходящими, нисходящими и горизонтальными*.

Восходящие воздушные **потоки** обычно возникают, когда нагретый солнцем воздух поднимается вверх. Наиболее мощными они бывают летом после полудня, при хорошем прогреве земли.

Но если в одних местах воздух поднимается, то в других он будет опускаться. Наиболее сильные **нисходящие потоки** формируются над холодными участками местности: озёрами, реками, низинами, зелёными (влажными) полями, лесами, болотами.

Воздушный поток, который движется преимущественно в горизонтальном направлении, вдоль земной поверхности, называется **ветром**.

Учёные измеряют направление, скорость и продолжительность ветров, а также вертикальных потоков воздуха. Эти показатели очень важны для определения погоды.

Наконец, метеорологи изучают **атмосферные осадки** – воду, выпадающую на земную поверхность (и находящиеся на ней предметы) из облаков или осаждающуюся из воздуха. В зависимости от других погодных показателей и состояния атмосферы осадки принимают различные формы: это может быть дождь, снег, град, мокрый снег (снег с дождём), роса и так далее.

Изучив эти важнейшие (а также некоторые другие) показатели, метеорологи выясняют, как и почему формируется тот или иной тип погоды и как одна погода сменяет другую. Более того: собранные данные позволяют с довольно высокой точностью прогнозировать, как изменится погода в данной местности в ближайшие часы и дни.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Во многих странах метеорологию называют «физикой атмосферы». Это название весьма точно отражает её сущность, методы и предмет исследования.



ФОРМИРУЕМ ВОЗДУШНЫЕ ПОТОКИ

Энергия Солнца – основная движущая сила погоды на Земле. Именно под влиянием солнечного тепла воздух приходит в движение

Цель: показать, как Солнце нагревает поверхность Земли и вызывает восходящие воздушные потоки.

Необходимые материалы: бумага, настольная лампа, ножницы, шнурок, скотч.

Ход работы

1. Вырежи из бумаги кружок диаметром 10 см.
2. Сделай из него спираль, начав разрезать от края и перемещая ножницы по направлению к центру. У тебя должно получиться не менее 4–5 витков спирали.
3. Скотчем присоедини к середине спирали шнурок.
4. Подержи спираль за шнурок над зажжённой настольной лампой. Через несколько секунд спираль начнёт вращаться.

Выводы

Тепло от лампы нагревает воздух вокруг неё. Тёплый воздух поднимается вверх. Достигая спирали, он оказывает на неё давление, заставляя вращаться.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



По этому вращению мы можем узнать о возникновении восходящего воздушного потока. Подобным образом, когда солнечное тепло достигает атмосферы, воздух нагревается и поднимается вверх, а внизу освободившееся место сразу же занимает более прохладный воздух, перетекая с соседних участков. В результате возникает воздушный поток.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Что такое метеорология?
 - Какие пять важных показателей изучают метеорологи?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Какие ещё показатели нужно знать метеорологам для более полного представления о погоде?



СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ПОГОДЫ

Ты изучил, какие важнейшие показатели погоды необходимо знать, чтобы составить о ней представление. А что формирует саму погоду со всеми её показателями? Какие «составные части» взаимодействуют друг с другом, чтобы погодные условия могли возникать и изменяться?

Таких составных частей четыре.

Первая из них – *Земля*. Без планеты не было бы и смысла говорить о погоде. Земля поглощает солнечную энергию и в результате этого нагревается. Солнечный свет достигает различных частей Земли с различной интенсивностью – прежде всего из-за наклона оси её вращения. В результате разные участки поверхности планеты прогреваются в различной степени.

Таким образом, мы называли уже и вторую составную часть: это *Солнце*. Наше светило является источником энергии, «топливом» для формирования погоды.

Прогреваясь в различной степени, земная поверхность отдаёт это тепло воздуху. Поэтому *воздух* – это третья составляющая погоды. Если бы его не было, погодные явления полностью бы отсутствовали. Это можно наблюдать на планетах и спутниках, лишённых атмосферы (например, на Луне). Поскольку частицы воздуха нагреваются неравномерно (ты уже знаешь почему), они приходят в движение. Подробнее об этом пойдёт разговор на следующих уроках.

Последняя составная часть погоды – это *вода*. Она содержится в воздухе постоянно: иногда в газообразной форме (в виде водяного пара), иногда в жидкой (когда образует дождевые облака), а иногда в твёрдой (в виде снега или града). *Испарение* и *конденсация* воды – её переход из жидкого состояния в газообразное и обратно – очень важны для формирования погоды.

Все эти составляющие, работая вместе, как части единого механизма, приводят к возникновению и смене погодных явлений.

часть 2

ПОГОДА И КЛИМАТ

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Различие понятий «погода» и «климат»
- Виды климата и их особенности
- Климат до Потопа
- Изменения климата

ТЕМЫ УРОКОВ

урок 5. КЛИМАТ	32
урок 6. ДО-ПОТОПНЫЙ КЛИМАТ	39
урок 7. ПОТОП И КЛИМАТ	45
урок 8. ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.....	52



урок 5

КЛИМАТ
Средняя погода

СЛОВАРЬ:

- погода
- климат
- климатология
- климатологи
- экватор
- климатические пояса
- полярный круг
- тропики
- тропический климат
- муссон
- муссонный климат
- субтропический климат
- умеренный климат
- полярный климат

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- теплооборот
- влагооборот
- циркуляция атмосферы
- континентальный климат
- средиземноморский климат
- пустынный (аридный) климат

Чем погода отличается от климата?



Подойди к окну и посмотри, какая погода сейчас на улице. Солнечно, или идёт снег? А может, дует сильный ветер, и льёт дождь?..

Погода – это состояние атмосферы в данный момент. Она постоянно меняется, иногда по несколько раз на день.

А приходилось ли тебе слышать слово «климат»? Некоторые люди путают его с погодой. Но **климат** невозможно узнать, просто посмотрев в окно. Климат – это состояние погоды в данной местности не в один какой-то момент, а постоянно здесь повторяющееся. В отличие от погоды, климат – явление не изменчивое, а постоянное. Разным частям и уголкам нашей планеты присущ свой, отличный от других климат.

Тропический климат свойственен территориям, расположенным вблизи **экватора** – воображаемой линии, которая делит Землю пополам, на равном расстоянии от полюсов. Здесь тепло и влажно, на протяжении всего года выпадает большое количество осадков.

В районах с **субтропическим климатом** дожди идут реже, чем в *тропиках*, но тёплая погода также сохраняется на протяжении большей части года.

В областях, ещё больше удалённых от экватора (на территории Украины, средней полосы России, большинства североамериканских штатов), летом бывает тепло, зимой – холодно, а весна и осень довольно продолжительны. Это пояс **умеренного климата**.

А вблизи Северного и Южного полюсов царит **полярный климат**: холодная погода держится здесь на протяжении почти всего года.

Эти четыре вида климата – основные. Бывают и другие. О них ты узнаешь, когда будешь постарше.



Ты запомнил разницу между погодой и климатом? Там, где ты живёшь, погода меняется день ото дня, но климат остаётся тем же.

- Что такое погода?
• Что такое климат?
• Какие виды климата ты знаешь?



Мы с тобой уже на протяжении четырёх уроков говорим о погоде. И прекрасно понимаем при этом, о чём идёт речь: ведь слово «погода» известно нам с раннего детства. Но пришло время дать ей научное определение. **Погода** – это состояние атмосферы в определённом месте в данный момент времени. Она переменчива: нередко бывает так, что солнечное утро сменяется облачным или даже дождливым днём. Иногда погода меняется в течение дня, а иногда – даже в течение минуты: начинает идти снег, обрушивается ливень, налетает буря, или, наоборот, устанавливается затишье.

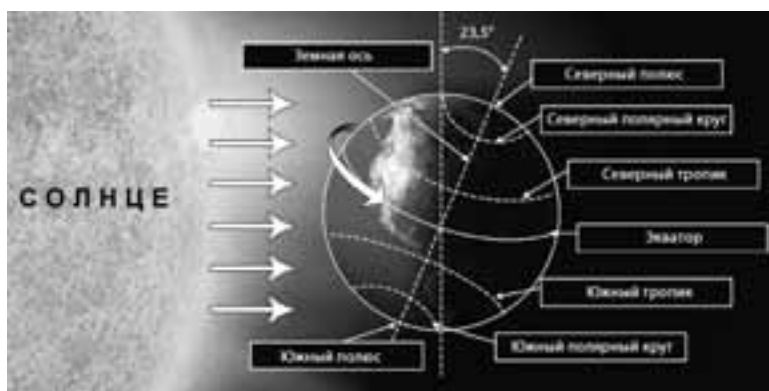
Вместе с тем, в каждой местности погода, сменяясь в зависимости от сезонов, из года в год повторяется лишь с небольшими различиями. В этом случае мы говорим о климате.

Климат – это многолетний режим погоды, характерный для данной местности; среднее состояние атмосферы над той или иной территорией земной поверхности, наблюдаемое на протяжении долгого времени. Его основными показателями являются средние значения температур, количества осадков и т. д.

Если изучением погоды занимается, как ты знаешь, наука метеорология, то состояние и постепенные изменения климата исследует **климатология**. Специалисты в области климата называются **климатологи**.

Климат непосредственно зависит от географического положения местности. Почему? Давай разберёмся.

Посмотри на рисунок справа и проследи, под каким углом солнечные лучи касаются земной поверхности. Ты видишь, что они почти вертикально падают на **экватор** – воображаемую линию, которая делит нашу планету пополам, на равном расстоянии от полюсов. В результате



вблизи экватора почти вся солнечная энергия поглощается, переходит в тепло. А вот на полюса лучи Солнца падают вскользь, под маленьким углом; из-за этого большая их часть отражается, не прогревая поверхность.

Таким образом, различные участки Земли получают разное количество солнечного света и тепла. В зависимости от этого количества всю Землю можно разделить на несколько основных **климатических поясов**.

Давай сначала запомним, как называются линии (географические *параллели*), являющиеся их условными границами. Условные они потому, что реальные границы между разными типами климата, конечно же, не представляют собой строго прямые линии.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

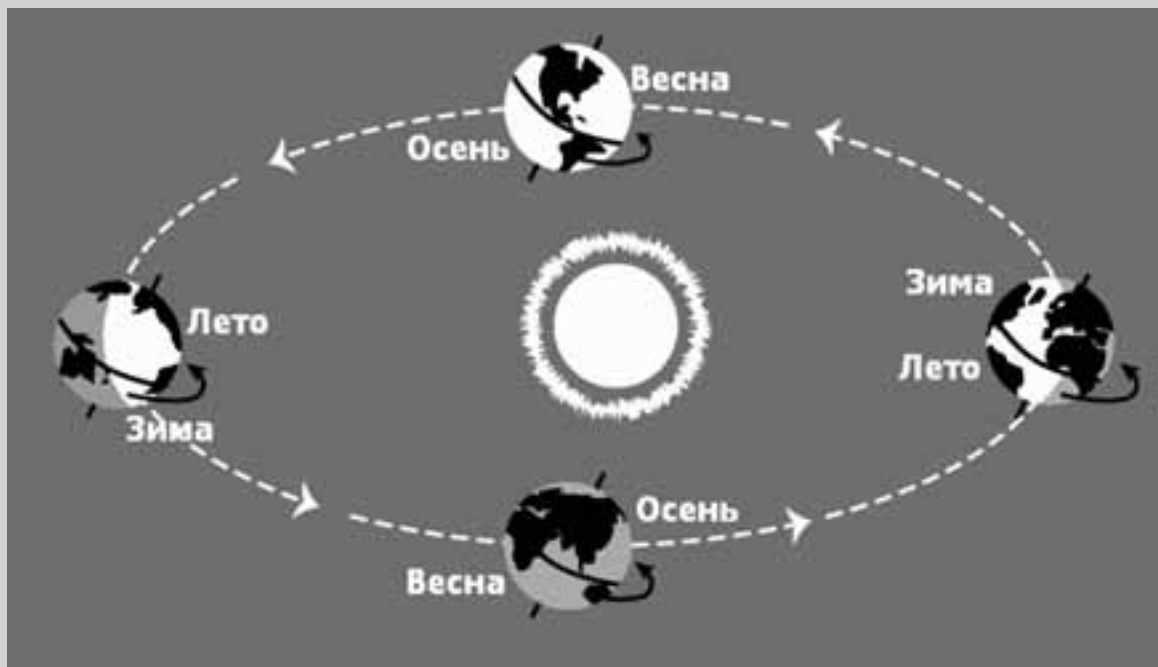
6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Смена времён года происходит из-за того, что земная ось наклонена к плоскости её орбиты (на $66,5^\circ$). В результате то северное, то южное полушарие оказывается развёрнутым к светилу. Солнечные лучи падают на это полушарие под большим углом и лучше поглощаются; кроме того, это полушарие обращено к Солнцу большую часть суток. В результате оно получает больше тепла и света. В этом полушарии наступает лето, а в противоположном, которое в данное время наклонено от Солнца, воцаряется зима. Через полгода к Солнцу разворачивается уже второе полушарие, а в первом начинается зимний период. Если бы наклона земной оси не было – не существовало бы и времён года.



(Ты уже изучал в школе, что такое параллели и меридианы и как их изображают на картах? Если нет, то зайти на эту страничку в интернете: http://www.scienceandapologetics.org/different_coordinates.html – там помещены анимированные рисунки, видеоролики и программы, которые помогут тебе разобраться в географических координатах).

1. *Северный полярный круг* ($66,5^\circ$ северной широты) и *Южный полярный круг* ($66,5^\circ$ южной широты). **Полярным кругом** называется линия, выше которой (то есть ближе к полюсу) летом бывает *полярный день*, когда солнце не скрывается за горизонтом круглые сутки.
2. *45-я параллель* (их две – северной и южной широты) делит пополам расстояние от полюса до экватора.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Самая высокая температура на нашей планете была зафиксирована в 2003 и 2005 гг. в пустыне Деште-Лут на востоке Ирана: $70,7^\circ\text{C}$. А самую низкую температуру на Земле показал термометр на станции «Восток» в Антарктике 21 июля 1983 г.: минус $89,2^\circ\text{C}$.

3. *Тропик Рака* ($23,5^\circ$ северной широты) и *тропик Козерога* ($23,5^\circ$ южной широты). **Тропики** – линии, на которых Солнце в полдень ещё может подняться в самую высокую точку – в *зенит* (это происходит в дни солнцестояния); ближе к полюсам этого уже никогда не происходит. Экватор проходит точно посередине между тропиками.

Теперь определим основные климатические пояса. Их семь.





Тропический климат

Тропический пояс расположен вдоль экватора, между тропиками (и даже немного выходит за их пределы – приблизительно до 30-й параллели в каждом полушарии). На эту территорию круглый год падают прямые солнечные лучи. Зима и лето в тропиках почти одинаково жаркие, воздух содержит очень много влаги. Такой тип климата называется **тропическим климатом**. В среднем в тропиках выпадает более 200 см осадков в год.

Территория юго-восточной Азии (а также некоторые другие тропические регионы) получают ещё большее количество осадков из-за **муссонов**. Так называются устойчивые ветры, которые меняют своё направление в зависимости от сезона: летом они дуют с океана, зимой – с суши. Чтобы понять, почему так

происходит, вернись к 3-му уроку и внимательно перечитай, как образуются антициклоны. Именно они – причина формирования такой разновидности тропического климата, которая называется **муссонным климатом**. На этих территориях антициклоны – наиболее частое состояние атмосферы. Зимой они образуются, как ты знаешь, над сушей. Ветер дует из зоны высокого давления в зону, где давление ниже, – то есть с суши на море. Летом же длительный антициклон формируется над морем. Причиной этого становится усиленное прогревание какого-то участка суши. Так, в юго-восточной Азии летом солнце раскаляет пустыню Гоби. Над ней образуется «воздушный холм», воздух по его склонам перетекает к Индийскому океану, создавая там зону повышенного давления. В результате на сушу начинает дуть устойчивый ветер, принося с собой обильную влагу из Бенгальского залива. На этот регион проливаются сильные ливни. Урожаи почти половины населения мира зависят от этих дождей.

От тропиков приблизительно до 45-й параллели в обоих полушариях лежат *субтропические климатические пояса* (или *субтропики*). В среднем в год здесь выпадает меньше осадков, чем в тропиках. Поэтому лето в субтропиках тоже жаркое, но не влажное, а, скорее, засушливое; зима – более прохладная, но температура даже в самый холодный месяц редко опускается ниже нуля. Таков **субтропический климат**.

Между 45-й параллелью и полярным кругом в каждом полушарии находятся *умеренные климатические пояса*, для которых свойственен **умеренный климат**. Солнечный свет распределяется здесь неравномерно: летом его больше, зимой – меньше. Поэтому в этих поясах наиболее заметна смена времён года: летом жарко, зимой холодно, а весна и осень отчётливо являются переходными сезонами.



Умеренный климат

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



К северу от Северного полярного круга расположен *северный полярный пояс*, а к югу от Южного полярного круга – *южный полярный пояс*. В летний период здесь достаточно много солнечного света, но лучи падают на поверхность Земли вскользь, так что снег и облачный покров отражают основную их часть. Поэтому даже в летнее время в этой местности весьма холодно по сравнению с другими поясами. Здесь царит **полярный климат**. Помимо



Полярный климат

низких температур для него свойственна пониженная влажность воздуха.

Полярный, умеренный, субтропический и тропический виды климата можно считать основными. Но, разумеется, разнообразие климатических условий во всех уголках Земли не сводится к этим нескольким типам. Удалённость от экватора (то есть *географическая широта*) – это важнейший фактор, влияющий на формирование климата в каждой местности. Важнейший – но не единственный: на климат того или иного региона влияют также близость моря, постоянные направления воздушных потоков, высота над уровнем моря и другие обстоятельства.

Поэтому учёные выделяют и другие типы климата, помимо четырёх основных.



ПОГОДА ИЛИ КЛИМАТ?

Давай ещё раз повторим, в чем разница между погодой и климатом, чтобы никогда не путать эти понятия. Погода постоянно меняется, климат же остаётся неизменным на протяжении многих лет.

Определи, какие из приведённых ниже фраз относятся к погоде, а какие – к климату.

- Облачно, возможен дождь.
- Здесь выпадает около 50 см осадков в год.
- Средняя летняя температура – около 21 °С.
- За прошедшие сутки выпало 7,5 см снега.
- Солнце скрылось за тучами.
- Зимы у нас морозные.
- Я провёл отпуск в тёплых краях.
- Сильный порыв ветра сорвал с ветки последние сухие листья.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Что такое погода?
- Что такое климат?
- Назови четыре основных вида климата.



ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Какие ещё виды климата существуют на Земле?
 - Как солнечные лучи падали бы на полюса, если бы земная ось не имела наклона к плоскости орбиты? К чему это привело бы?



КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Как ты знаешь из прошлого урока, механизмы погоды приводятся в движение взаимодействием между солнечной энергией, Землёй, атмосферой и водой. В результате их совместной работы начинают действовать три глобальных климатических процесса: теплооборот, влагооборот и циркуляция атмосферы. Они тесно связаны между собой и воздействуют друг на друга.

Особенность протекания каждого из этих процессов в той или иной местности зависит от ряда географических факторов, под влиянием которых и формируется климат данной территории.

Тебе известно, что важнейшим из этих факторов является географическая широта местности. Из-за формы земного шара и наклона его оси угол падения солнечных лучей на различных широтах различен. Это влияет на степень прогревания поверхности – а следовательно, и воздуха.



Пустынный климат

Однако **теплооборот**, то есть передача тепла, зависит не только от количества попадающей на земную поверхность энергии Солнца, но и от способности разных участков поверхности эту энергию поглощать. Тёмные тела преимущественно поглощают энергию, а светлые – в основном отражают её. Поскольку леса тёмные, они поглощают более 90 % достигающего их солнечного излучения. Океаны и озёра поглощают

между 60 % и 96 % солнечных лучей. Снег же отражает свет, «оставляя себе» только 25 % энергии Солнца. В этом состоит ещё одна причина того, почему в тропических дождевых лесах сохраняется устойчивая жара, а на полюсах – постоянный холод.

Сезонные изменения теплооборота происходят из-за наклона земной оси к плоскости орбиты планеты. Из-за этого наклона лучи Солнца падают на поверхность Земли в разных местах под разным углом в разные периоды времени. В результате мы можем наблюдать смену времён года.

Влагооборот – это изменения насыщенности воздуха водяным паром. Основной фактор здесь – это расстояние до моря или океана. Областям вблизи побережья свойственен влажный климат, а тем, которые находятся на удалении от воды, – более сухой. Наличие рядом океанов делает климат также мягче, теплее (за исключением случаев, когда вблизи протекают холодные океанические течения).

Циркуляция атмосферы – это совокупность всех существующих в ней воздушных потоков и перемещений больших *воздушных масс*. Во многом она зависит от вращения Земли вокруг своей оси. Около экватора тёплый воздух поднимается, и на его

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО

место перемещается более холодный воздух с полюсов. Если бы Земля не вращалась, движение воздуха происходило бы по вертикальным линиям от экватора к полюсам и обратно. Но на самом деле воздух перемещается диагонально по отношению к земной оси. Чем это вызвано, ты скоро узнаешь. Вращение планеты также заставляет воздух закручиваться воронкой вокруг участков с низким атмосферным давлением. О ветрах, которые в результате этого возникают, ты тоже узнаешь немного позже.

В результате вокруг земного шара образуются несколько основных путей движения воздуха. Одна часть воздуха циркулирует от экватора до 30 градусов широты (в каждом полушарии) и возвращается к экватору. Другая перемещается между 30 и 60 градусами широты. А третья движется от 60 градусов широты до полюсов. Эти циркуляции влияют на климат по всему миру.

Циркуляция атмосферы также зависит от рельефа местности – особенно от гор, которые встают на пути воздушных потоков и заворачивают их, заставляя изменить направление.

Эти три процесса теснейшим образом взаимосвязаны. Например, на территориях, где циркуляция воздуха заставляет его подниматься, обычно выпадает много осадков (в том числе возле экватора, где расположены дождевые тропические леса). А там, где воздух в результате циркуляции понижается, как правило, климат сухой. Многие пустыни расположены на 30 градусах северной и южной широты, где господствуют нисходящие воздушные потоки, препятствующие выпадению осадков. Другой пример: скопление облаков, происходящее в результате циркуляции воздушных масс и переноса ими влаги, уменьшает количество солнечной энергии, достигающей земной поверхности.

В целом климатическая картина Земли очень и очень сложна. Она зависит от множества взаимодействующих факторов. Её невозможно свести к четырём основным типам климата. Поэтому учёные выделяют дополнительные типы климата, свойственные определённым земным территориям. Вот некоторые из них, наиболее распространённые.

- **Муссонный климат** – о причинах его формирования ты уже знаешь. Для него свойственно огромное количество осадков летом и почти полное их отсутствие зимой.

- **Континентальный климат** – со стабильно жарким летом, стабильно морозной зимой и малым количеством осадков.

- **Средиземноморский климат** – умеренно тёплый с сухим летом.

- **Пустынный (аридный) климат** – сухой, с высокими температурами воздуха, испытывающими большие суточные колебания, и с малым количеством осадков.

Найди в атласе или в интернете большую климатическую карту мира и внимательно изучи её. Какие ещё разновидности климата, кроме изученных тобой, там отмечены? Возьми контурную карту и нанеси на неё разноцветными карандашами известные тебе типы климата.



Средиземноморский климат

ДО-ПОТОПНЫЙ КЛИМАТ

Погода в идеальном мире

урок 6

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



СЛОВАРЬ:

- инфракрасное излучение
- парниковый эффект
- роса
- тектонические плиты



Каким был климат до Всемирного Потопа?

На прошлом уроке ты узнал, что в разных частях мира – различный климат. В одних местах круглый год стоит холод, другие края – тёплые и влажные, третьи – горячие и сухие. Но давным-давно, сразу после Сотворения, до того, как в дни Ноя произошёл Всемирный Потоп, климат на всей Земле был одинаковым и совсем не похожим на нынешний.

У нас нет точных сведений о том, как выглядела наша планета до Потопа. Но существует достаточно доказательств того, что климат на этой древней Земле был очень приятным. Библия рассказывает нам, что Адаму и Еве в Эдемском саду не требовалась одежда. Следовательно, там всегда стояла тёплая погода. Правда, после грехопадения в мире очень многое стало хуже. Но тёплый климат, судя по всему, сохранился. Изучение окаменелых древних организмов, во множестве сохранившихся в почве, показало: перед Всемирным Потопом тропические растения росли практически по всей Земле.

Можно предположить (хотя это и не доказано), что до Потопа вообще не было дождей. Растения получали влагу из подземных источников и впитывали обильную **росу** – капельки воды, образующиеся в воздухе, насыщенном влагой.

Как мог поддерживаться одинаковый климат на разных материках? Научные данные позволяют выдвинуть две теории о том, как это происходило.

Согласно первой, в земной атмосфере могло быть гораздо больше водяного пара, чем сегодня (см. библейскую книгу Бытия 1:7 – о воде над небесным сводом). Этот пар не позволял теплу рассеиваться из атмосферы в космос и согревал Землю. Вся эта влага вылилась в ходе сорокадневного ливня при Всемирном Потопе.

Другая теория исходит из научных данных, доказывающих, что изначально земная суша представляла собой один большой материк. На это же указывает и Священное Писание (см. книгу Бытия 1:9). Этот материк располагался вблизи экватора и вдали от полюсов, что обеспечивало на нём постоянно тёплую погоду. Судя по всему, этот суперконтинент раскололся на несколько



частей во время Потопа. Континенты, которые существуют сегодня, возникли в результате последующих катастроф.

Потоп сильно изменил мир. Это привело к изменению климата и погоды во всём мире. На следующем уроке мы поговорим об этих изменениях.

? • Что можно узнать из Библии о климате до Всемирного Потопа? • Что говорят окаменелости о климате до Всемирного Потопа?



Какими были климат и погода в период между Сотворением мира и Всемирным Потопом? Никто не знает наверняка, но существуют указания, по которым можно составить об этом примерное представление. Такие указания предоставляют нам и наука (например, *палеонтология*, изучающая ископаемые останки древних животных и растений), и Священное Писание. Давай посмотрим, что можно узнать о климате, царившем на юной Земле, из Библии. Ведь это свидетельство Бога – Создателя мира и Очевидца всего происходящего.

Первое, что сообщает нам Писание, – что мир был сотворён идеальным: *«Бог посмотрел на всё, что Он создал, и всё было очень хорошо»* (Бытие 1:31). Значит, и климат в нём идеально подходил для человека, всех живых существ и растений. Библия сообщает дальше: *«И Адам, и его жена были наги...»* (Бытие 2:25). Они не испытывали необходимости в одежде, не чувствуя холода. Значит, в Эдемском саду, где они жили, климат был тёплым и комфортным.

Какие природные механизмы использовал наш Творец, чтобы обеспечить неизменно тёплый климат? Подсказку для ответа на этот вопрос мы находим в книге Бытия 7:11–12, в рассказе о том, как произошёл Потоп: *«...раскрылись окна неба, и дождь лил на землю сорок дней и сорок ночей»*. Откуда взялась вода для такого сильного и продолжительного ливня? Она должна была содержаться в атмосфере в виде водяного пара. Но в наши дни такого количества влаги в атмосфере нет. Однако в прошлом в ней вполне могло содержаться гораздо большее количество пара. Компьютерная модель показала, что такая водно-паровая оболочка, располагавшаяся в верхних атмосферных слоях, была бы устойчивой и не улетала бы в космос, а удерживалась бы силой земной гравитации.



После этого становится понятным, о каких водах над небесным сводом идёт речь в рассказе о Сотворении мира: *«Бог создал свод и отделил воду под сводом от воды над ним...»* (Бытие 1:7). Скорее всего, это и была оболочка из водяного пара.

Но какое отношение водно-паровая оболочка имеет к тёплому климату?

Самое непосредственное. Когда поверхность Земли нагревается, поглощая энергию солнечного света, она начинает испускать тепло – невидимое человеческому глазу **инфракрасное излучение**, которое называют также «тепловым». Эти лучи устремляются вверх, в космическое пространство. Но некоторые газы, входящие в состав атмосферы, не пропускают инфракрасное излучение: это углекислый газ, озон, метан и – что для нас сейчас особенно важно – водяной пар. В результате часть тепла улавливается атмосферой, рассеивается и возвращается к поверхности Земли, продолжая её согревать. Такое удержание тепла в атмосфере называется **парниковый эффект**.

Этот эффект действует и в наши дни: без него средняя температура нашей планеты была бы такой же, как на Луне (-50°C), а перепады дневных и ночных температур превышали бы 200° . При наличии же мощного водно-парового экрана действие парникового эффекта возрастало бы многократно. Земные климатические условия напоминали бы искусственно создаваемый климат в парниках и теплицах. Причём такая жаркая влажная погода была бы неизменной и царила бы по всей планете. Перемещение воздушных масс (а значит, и ветер) при этом должны были отсутствовать.

Нам также известно, что при сотворении Адама на Земле не было дождей. Библия прямо говорит об этом: «... *Господь Бог не посылал на землю дождя, и не было человека, чтобы обрабатывать почву, только поток поднимался из земли* [в Синодальном переводе: «но пар поднимался с земли»] и орошал всю её поверхность» (Бытие 2:5–6). Вполне возможно, что растения в то время орошались подземными источниками и потоками, а также обильно выпадавшей



Роса

росой – каплями воды, образующимися в воздухе, насыщенном влагой. Также Творец создал для орошения Эдемского сада реку (см. Бытие 2:10).

На беду, это совершенное мироустройство было разрушено человеческим грехом после бунта Адама и Евы против Бога. Об этом рассказывается в третьей главе Книги Бытия. В мир вошла смерть. Разрушенной, испорченной стала теперь вся природа. Апостол Павел пишет в Послании к Римлянам, что всё творение «*было подчинено*

бессмысленности существования», «*власти тления*» (Римлянам 8: 20–22).

Тем не менее действие парникового эффекта продолжалось, судя по всему, до начала Потопа, когда водно-паровой экран был разрушен. Вероятно, дожди начались уже в до-потопный период; но представляется вполне возможным, что жители древней Земли даже не подозревали о том, что вода может падать с неба. Поэтому для современников Ноя предупреждения о Потопе казались невероятной нелепицей.

Изучение *окаменелостей* тоже подтверждает библейскую информацию о погодных и климатических условиях древности. Ископаемые останки растений, которые сейчас встречаются лишь в тропических областях, были найдены почти по всему свету, включая пустыни и полярные регионы. Следова-

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



тельно, до Всемирного Потопа эти местности также были тёплыми. Кроме того, окаменелости свидетельствуют, что древние растения и живые существа были гораздо крупнее современных; это прекрасно объясняется благоприятными условиями, создаваемыми парниковым эффектом. Слабые корни, которыми были снабжены окаменевшие гигантские растения, тоже вполне объяснимы: ведь при отсутствии ветров не было необходимости в мощной корневой системе.

Кроме того, на до-потопной Земле было повышенное атмосферное давление. Его создавала водно-паровая оболочка. Это подтверждается находками янтаря с воздушными пузырьками, давление внутри которых (его измеряли современными электронными приборами) намного выше нынешнего атмосферного.

Другое возможное объяснение тёплого климата в до-потопном мире таково: изначально созданная Богом суша представляла собой один большой материк. Указание на это также есть в Священном Писании: «*Да соберутся вместе воды под небом и появится суша*», – произнес Бог, и стало так» (Бытие 1:9). Если эта суша располагалась в зоне тропиков, климат на ней земле был весьма тёплым и влажным, и для этого не был бы даже необходим водно-паровой слой атмосферы. Когда начался Всемирный Потоп, произошёл раскол суперматерика на несколько огромных частей – **тектонических плит**. В результате этой катастрофы из глубин Земли хлынули очень горячие подземные воды («*прорвались все источники великой бездны*» – Бытие 7:11). Испаряясь, эта вода затем снова могла обрушиваться на земную поверхность в виде ливня. Таким является другое возможное объяснение «раскрытия окон неба», также упомянутого в Книге Бытия 7:11.

Какая из этих двух теорий является правильной: водно-паровой оболочки или расположения первозданного континента в тропической зоне? А может быть, эти обстоятельства дополняли друг друга? Окончательного ответа у нас нет. Но это не страшно: так или иначе, мы имеем представление о климате древней Земли, опираясь как на научные данные, так и на библейские свидетельства.



УВЛАЖНЕНИЕ БЕЗ ДОЖДЯ

Библия сообщает, что в самом начале, сразу после Сотворения, на нашей планете ещё не было дождя. Бог снабжал растения водой через подземные источники. Кроме того, они, вероятно, орошались ещё и росой, оседавшей из воздуха.

Как возникает роса? В тёплом воздухе влаги больше, чем в холодном. Поэтому, когда тёплый влажный воздух соприкасается с чем-то более холодным, или охлаждается с наступлением ночи, часть воды, которая содержалась в нём в виде пара, становится жидкой, образуя капельки влаги.

Цель: продемонстрировать, как растения получали воду в начале времён.

Материалы: зеркало, домашнее растение в горшке, мелкая тарелка.

Ход работы

1. Подыши на зеркало. Водяной пар, содержащийся в твоём тёплом влажном дыхании, сгустится и осядет мелкими капельками на более холодном стекле. Таким же образом на поверхности Земли появляется роса.

2. Возьми в руки и аккуратно рассмотри домашнее растение в цветочном горшке. Обрати внимание на небольшое отверстие в дне горшка.
3. Поставь горшок с растением на поднос или неглубокую тарелку.
4. Налей в тарелку немного воды.
5. Понаблюдай на протяжении 1–2 дней, как растение впитает воду из тарелки.

Выводы

Именно такими способами роса и подземные источники могли питать растения влагой в первое время после Сотворения.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?**
- Каким был климат на Земле до Всемирного Потопа?
 - Что об этом говорит Библия?
 - Что об этом говорят научные данные?
 - Как растения могли получать влагу до Всемирного Потопа?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?**
- Какие ещё найденные окаменелости подтверждают библейское представление о тёплом до-потопном климате?
 - Почему невозможно методами науки полностью выяснить, каким был климат сразу после Сотворения?



ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДСКАЗКИ

К Как получить научное подтверждение тех или иных предположений? Для этого нужно или провести наблюдения и собрать факты, или поставить эксперимент, в ходе которого воссоздать требуемые условия, и посмотреть, что получится. Но ни то, ни другое не применимо для того, чтобы узнать, каким был климат Земли сразу после Сотворения. Нам не по силам вернуться назад во времени и зафиксировать климатические показания. Невозможно и прибегнуть к эксперименту: Сотворение могло произойти лишь однажды, и смоделировать его нельзя.

Тем не менее у нас есть возможность сбора косвенных данных, свидетельствующих о событиях и процессах, протекавших в далёком прошлом. Эти свидетельства – своеобразные подсказки, ключи к разгадке прошлого.

Ниже перечислены несколько таких подсказок. Обдумай их и ответь на приведённые вопросы. Возможно, тебе понадобится заглянуть в атлас, справочники или поискать дополнительную информацию в интернете. Затем сделай вывод о климате на Земле до Потопа.

Подсказка № 1

Окаменелости болотного кипариса (таксодия) найдены на арктических островах за Полярным кругом.

1. Где сегодня растёт таксодий?
2. Каков климат в современной Арктике?
3. Чем можно объяснить тот факт, что в древности болотные кипарисы росли за Полярным кругом?

1
АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2
ПОГОДА
И КЛИМАТ

3
ОБЛАКА

4
ВЕТРЫ
И БУРИ

5
НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6
ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7
МОРСКОЕ
ДНО



Подсказка № 2

В пустыне Сахара были обнаружены окаменевшие останки гиппопотамов, крокодилов и слонов. Здесь же были найдены наскальные рисунки, изображающие поселения и людей, живущих в них.

1. Где сегодня живут гиппопотамы и крокодилы?
2. Какие климатические и природные условия необходимы для жизни слонов?
3. Какой климат царит в настоящее время в Сахаре?
4. Много ли людей живёт сейчас на территории Сахары?
5. Какой вывод можно сделать о климате Сахары в прошлом?

Подсказка № 3

В Антарктиде были найдены окаменелости динозавров.

1. Каков сегодня климат Антарктиды?
2. Какая растительность необходима для пропитания динозавров?
3. Какие растения встречаются в Антарктиде сегодня?
4. Что можно сказать по этой находке о климате в Антарктиде перед Потопом?

Осмысляя собранные данные, исследователь опирается на систему представлений и предположений, в правильности которых он уверен. Отрицать глобальные перемены климата на Земле не позволяет огромное количество накопленных фактов. Но одни учёные полагают, что климат медленно и постепенно изменялся с течением огромных промежутков времени (миллионов лет). Другие же считают, что эти перемены были резкими и произошли несколько тысяч лет назад в результате планетарной катастрофы – Всемирного Потопа. Если мы доверяем Библии, слову Господа, то именно с библейской позиции объясняем свидетельства, найденные в горных породах и окаменелостях.



Реконструированная по окаменелостям
внешность криолофозавра, одного из
динозавров Антарктиды

ПОТОП И КЛИМАТ

Катастрофические перемены

урок 7



СЛОВАРЬ:

- Ледниковый период

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- морена
- вечная мерзлота



Как Потоп повлиял на климат Земли?

На прошлом уроке ты узнал, каким был земной климат до Потопа. И Библия, и научные данные указывают, что он был, скорее всего, тропическим (тёплым и влажным) на всей нашей планете.

Но всё изменилось, когда усилившиеся грехи людей стали причиной всемирного наводнения. Потоп пришёл на Землю, чтобы очистить её от неслыханных злодеяний.

Эта катастрофа изменила климат во всём мире.

После Потопа температура воздуха над континентами стала прохладнее, а над океанами – теплее. Поэтому воздух пришёл в движение, и над Землёй задули ветры.

Водяной пар стал сгущаться в облака, которые время от времени посылали на землю осадки: дождь, снег, град.

Пара в атмосфере теперь стало гораздо меньше, и он уже не мог задерживать всё тепло. Произошло сильное похолодание. Выпавший снег не успевал таять, земля промерзала и начала покрываться ледяным панцирем – *ледниками*. На Земле начался **Ледниковый период**. Возле экватора климат всё ещё был тёплым и влажным, люди могли там жить и выращивать урожай. Но к северу и к югу от тропиков воцарился холод.

Но постепенно температура суши повышалась, а температура океанов понижалась. Снега стало выпадать меньше. Лёд начал таять, а образовавшаяся вода стекала в океаны. Спустя несколько столетий Ледниковый период закончился, и погода стала напоминать сегодняшнюю.

- ?
- Какой климат был на Земле в первые столетия после Потопа?
 - Был ли весь мир покрыт льдом во время Ледникового периода?
 - Что случилось со льдом Ледникового периода?

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО





Земля была сотворена Богом идеальной и совершенной – но затем две великие катастрофы привели к глобальному изменению её облика. О первом изменении, в результате грехопадения человека, мы уже упоминали.

Вторая катастрофа также произошла из-за человеческого греха. В книге Бытия 6:3–8 рассказывается: человечество стало настолько развращённым и злым, что Богу пришлось обрушить на Землю великий Потоп. От этого бедствия спаслись только те, кто были в ковчеге: Ной со своей семьёй и представители всех родов животных.

Потоп коренным образом изменил поверхность Земли и условия обитания на ней. Как ты уже знаешь, есть основания полагать, что началом этой катастрофы стал раскол единого суперконтинента на несколько тектонических плит. Все они были после этого скрыты водами Потопа.

Можно с высокой степенью уверенности утверждать, что поднявшаяся после окончания Потопа из его вод суша не представляла собой современные континенты. Скорее всего, разделившиеся плиты на некоторое время снова сомкнулись. Но катастрофические потрясения на этом не закончились, хотя их масштаб и был меньшим, чем масштаб Потопа.

Движение и столкновения тектонических плит порождали землетрясения. Они также привели к возникновению множества извергающихся вулканов. Библия, перечисляя имена потомков Ноя, говорит об одном из них (в пятом поколении), что «в его дни земля была разделена» (Бытие 10:25). Можно предположить, что здесь речь идёт о новом разделении тектонических плит, которые начали быстрый дрейф, в результате чего образовались те материки, которые существуют и сегодня. (Это не означает, что каждый современный континент является частью одной тектонической плиты: например, Евразия состоит из нескольких плит – точнее, из тех их частей, которые подняты над поверхностью океанов).



Ледниковый покров Антарктиды. Так выглядела поверхность Земли в Северной Америке или Северной Европе во время Ледникового периода

Резко изменился и земной климат. Сразу после Потопа на нашей планете стало намного холоднее. Отчасти это произошло потому, что количество водного пара в атмосфере стало гораздо ниже, и он уже не мог задерживать всё тепло. Кроме того, из-за постоянной вулканической деятельности в воздух выбрасывались клубы дыма, закрывавшие солнечный свет.

Вулканическая активность также нагревала воду в океанах (из-за этого она была теплее, чем сейчас). Как известно, тёплая вода испаряется быстрее холодной. Но это испарение не приводило к восстановлению водно-парового экрана. Тёплый насыщенный паром воздух над океанами сталкивался с холодным воздухом над сушей – и влага снова переходила в жидкость, выпадая в виде большого количества осадков.

Мы заговорили о столкновении воздушных масс, потому что они начали перемещаться. Раз в атмосфере возникли области с разной температурой воздуха, значит,

и атмосферное давление в разных местах тоже стало различным. Воздушные потоки устремились от мест с высоким давлением туда, где давление было ниже, – и над Землёй задули ветры.

Резкое понижение температуры воздуха над сушей и выпадение обильных осадков привело к тому, что на Земле наступил **Ледниковый период**. Полагают, что он длился 500–700 лет.

Многие территории нашей планеты покрылись нетающим снегом и ледниками. Лёд сковал около 30 % всей земной поверхности, включая северную Европу и Азию, большую часть Канады, значительную часть севера США, а также южные оконечности Австралии и Южной Америки. (Сегодня ледяной покров занимает только 10 % земной поверхности).

Расчёты показывают, что летняя температура во время Ледникового периода была на 11–17 °С холоднее, чем сейчас. При этом ежегодно могло выпадать до 24 м снега. Следовательно, за 500 лет должно было выпасть 12 000 м осадков. Выпавший снег не таял, а спрессовывался. Так образовались огромные ледники толщиной в 1200 м и больше. Часть этих ледников начинала медленно двигаться, стекая в долины и низменности. В результате площадь оледенения увеличивалась.

Подробнее о ледниках, Ледниковом периоде и спорах относительно его продолжительности рассказывается в пособии «Планета Земля» (уроки 5–7).

Но не нужно думать, что вся Земля оказалась покрыта льдом и снегом, и жизнь на ней превратилась в выживание. Даже во время Ледникового периода в тропиках сохранялась преимущественно тёплая погода; в средних широтах частично был



В дни Ледникового периода около 30 % поверхности Земли было покрыто льдом (показан белым цветом)

умеренный климат. Люди, живущие здесь, успешно занимались сельским хозяйством, обеспечивая себя продуктами питания.

Постепенно температура суши повышалась, а температура океанов понижалась. Осадков стало выпадать меньше. Лёд начал таять, а образовавшаяся вода стекала в океаны. Однако растаял не весь лёд: некоторая его часть сохранилась до сих пор на полюсах. Спустя несколько столетий Ледниковый период закончился. Климат Земли стал близок к тому, который мы наблюдаем сегодня. Несмотря на последствия Потопа, Господь всё же установил на нашей планете погоду, позволяющую нам не только выживать, но и процветать.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

В книге Иова Бог спрашивает праведника, напоминая ему о Своем величии: *«Из чьей утробы выходит лёд? Кто на свет производит небесный иней, когда воды, как камень, крепнут, и твердеет лицо морей?»* (Иов 38:29–30). Следовательно, Иову было известно о больших пространствах суши и морей, покрытых льдом. Можно предположить, что Иов жил во время Ледникового периода.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



РИСУЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Цель: изобразить, как менялся климат Земли.

Материалы: альбомный лист, цветные карандаши или краски.

Ход работы

1. Сложи лист бумаги вдвое, чтобы получился буклет.
2. На первой трети нарисуй Землю до Потопа. Возьми за образец современные тропики с обилием буйной растительности.
3. На средней части изобрази Землю вскоре после Потопа. Пусть это будет изображением Ледникового периода.
4. На оставшейся части листа нарисуй картину природы, которую ты видишь вблизи своего дома.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Каким стал климат в результате Потопа?
 - Какие погодные условия были необходимы для наступления Ледникового периода?
 - Какая часть земной поверхности была покрыта льдом во время Ледникового периода?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Какие научные факты свидетельствуют о Ледниковом периоде?
 - Образуются ли новые ледники в наши дни?



СВИДЕТЕЛЬСТВА О ЛЕДНИКОВОМ ПЕРИОДЕ

На прошлом уроке мы искали среди окаменелостей ключи к разгадке тайн до-потопного климата. Давай сегодня рассмотрим несколько свидетельств того, как изменились климатические условия после Потопа.

Во-первых, есть множество доказательств того, что ледяной покров и ледники покрывали когда-то значительную часть Северной Америки и север Евразии. Например, многие долины между горами имеют «сглаженную» форму: их профиль напоминает букву U – а не V, как было бы, если бы эти долины оказались промыты реками или образовались в результате разломов. Значит, что-то изменило профиль долин. Почти наверняка это были ледники, которые двигались через них, сглаживая рельеф. О движении льда свидетельствуют также **морены** – нагромождения обломков камней, которые ледники «собирали» на всём своём пути и увлекали с собой. Когда же лёд растаял, от него остался этот каменный мусор. Итак, у нас есть отчётливые свидетельства того, что огромные ледники действительно существовали в прошлом.

Другую подсказку мы получаем, глядя на фотографии пустыни Сахары, сделанные со спутника. На них видны широкие русла рек, которые давно пересохли. Когда после Потопа климатические условия и воздушные течения изменились, во многих местах (в том числе на территории нынешней Сахары) возникали бури, сопровождав-

шиеся ливнями. Наличие влаги – это важнейший фактор, необходимый для жизни людей и многих животных. После того как океаны стали охлаждаться, а вулканический пепел – рассеиваться, погода стала больше похожа на нынешнюю. На территории



Раньше в Сахаре было намного больше влаги, чем сейчас

Сахары установился аридный (пустынный) климат. Реки здесь пересохли, а дожди стали редкими.

Ещё одно свидетельство. Есть много данных в пользу того, что значительная часть юго-запада США была раньше покрыта огромными озёрами. Большое Солёное Озеро в штате Юта – это остатки гораздо более крупного водоёма, занимавшего в шесть раз бóльшую площадь. Долина Смерти в Калифорнии тоже была покрыта водой, как и значительная часть штата Невада. Но сегодня эти территории очень засушливы, и озёр там нет. Откуда же туда прибывала вода в прошлом, и куда она делась? Весьма вероятно, что она пришла с Потопом.

После Всемирного Потопа эти области кишели жизнью. Но постепенно климат изменился, и вода перестала поступать в озёра, что привело к их пересыханию.

Наконец, ещё одна интересная подсказка. В Северной Сибири и на Аляске были найдены тысячи костей мамонтов – огромных вымерших животных, напоминавших слонов, но вдвое превышавших их по весу. Более того: помимо костей, в замёрзшей земле сохранились целые туши этих гигантских существ. Причём чем дальше на север – тем больше было таких находок. Подумай теперь вот о чём. Африканский слон съедает каждый день десятки килограммов травы и других растений. Сколько же растительной пищи было необходимо стаду мамонтов на сибирской равнине?.. Однако сегодня на севере Сибири растительности очень мало. Здесь царит суровый климат, стоят долгие и холодные зимы. Земля здесь большей частью промёрзла так, что не успевает оттаивать за короткое лето: образовалась **вечная мерзлота**, которая находится под несколькими верхними сантиметрами почвы (этот тонкий верхний слой успевает ежегодно оттаивать). Именно в вечной мерзлоте и смогли сохраниться туши мамонтов.



Наступление ледника лишило мамонтов пищи

Что это говорит нам о климате, установившемся после Потопа в Сибири? Вначале, под влиянием тёплых вод Арктики и севера Тихого океана, климат Сибири и Аляски был очень мягким. Зимой температура держалась относительно высокая. Выпадало много осадков, что способствовало буйному росту растительности. Поэтому мамонты и другие животные здесь процветали. Однако по мере охлаждения океанов климат изменялся. Данные территории были накрыты пыльными и снежными бурями, а болотистая почва промёрзла, поймав в ледяную ловушку тысячи мамонтов.

Мы не можем в точности представить себе климатическую ситуацию после Потопа. Но многочисленные «подсказки» свидетельствуют о наиболее существенных переменах климата, приведших к Ледниковому периоду.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

БИБЛИЯ О ПОГОДЕ

Люди говорят о погоде много и часто: «Сегодня действительно жарко», «Нам бы не помешал хороший дождь», «Да когда же уже солнце выйдет?!..» Это неудивительно: ведь от того, какая на улице погода, зависит очень многое в нашей жизни. Поэтому и Священное Писание неоднократно заводит речь о погодных явлениях.

Дождь упоминается в Библии более 50 раз – и как благословение, и как проклятие. В первый раз мы читаем о нём в Книге Бытия 7:11–12: «На шестисотый год жизни Ноя, в семнадцатый день второго месяца, прорвались все источники великой бездны, раскрылись окна неба, и дождь лил на землю сорок дней и сорок ночей». В этом случае дождь был послан на землю в качестве грозной кары. В большинстве других библейских стихов дождь упоминается как благословение, источник плодородия полей, а значит – и человеческой жизни: «Господь откроет тебе небеса, Свою богатую сокровищницу, чтобы посылать дождь в срок на твою землю...» (Второзаконие 28:12). Отсутствие же дождя (засуха) расценивается как страшное бедствие и для людей, и для животных: «Трескается земля в стране, поражённой бездождем, и земледельцы в смущении покрывают свои головы... Дикие ослы, стоя на голых кряжах, глотают воздух, словно шакалы; их глаза потускнели, потому что погибла зелень» (Иеремия 14:4,6).

Библия также постоянно обращает внимание на дождь как на проявление силы Божьего Слова: ведь Господь управляет всем, что есть в мире: «... Может ли небо само ливнем пролиться? Разве не от Тебя это, Господи, Бог наш? Мы надеемся на Тебя, так как Ты всё это творишь» (Иеремия 14:22).

Разумеется, Господу подвластен не только дождь. Священное Писание говорит о Боге как о Властелине всех стихий – снега, ветра, бури. Один из самых известных примеров этого содержится в Евангелии от Луки: «Как-то Иисус сказал Своим ученикам:



никам: “Переправимся на другую сторону озера”. Они сели в лодку и отправились. Пока они плыли, Иисус заснул. Внезапно на озере начался шторм, и лодку стало заливать, так что они оказались в опасности. Ученики, подойдя, разбудили Иисуса, говоря: “Наставник, Наставник, мы гибнем!” Проснувшись, Он запретил ветру и бушующим волнам. Они утихли, и наступил штиль. “Где же ваша вера?” – сказал Иисус ученикам. Они же, испуганные и удивлённые, лишь спрашивали друг друга: “Кто Он, что даже ветрам и воде приказывает, и они повинуются Ему?”» (8:22–25). Так Иисус Христос показал, что имеет власть над всей природой.

Даже то, что представляется нам катастрофой, может быть использовано Господом во благо. В 42 главе Книги Бытия рассказывается, что Бог позволил засухе обрушиться на Египет и на землю, где жили потомки Израиля. Но Господь использовал это бедствие, чтобы воссоединить Иосифа с его братьями. Благодаря этому вся семья переехала в Египет. Почему это было так важно? Израильтяне – избранный Богом народ – жили в Египте изолированно, не смешиваясь с местными жителями. Возможно, причиной этого было презрение египтян к пастухам (а братья Иосифа были именно

пастухами). Так или иначе, изолированное положение позволило Божьим людям стать многочисленной нацией, не смешавшейся с другими народами.

Позже Господь послал Моисея, чтобы тот избавил Божий народ из рабства, вывел его из Египта и привёл в земли, обещанные Аврааму за 400 лет до этого. Совершая это чудесное освобождение израильского народа, Бог также показал свою власть над природой. Когда египетский фараон с войском погнались за израильтянами, Господь спас Своих людей. *«Моисей простёр руку над морем, а Господь всю ночь отгонял море сильным восточным ветром и превратил его в сушу. Воды разделились, и израильтяне прошли через море, как по суше: одна стена воды стояла у них справа, а другая – слева. Египтяне погнались за ними. Лошади, колесницы и всадники фараона ринулись в море. Перед самым рассветом Господь посмотрел из огненного и облачного столба на египетское войско и поверг его в смятение. Он застопорил колёса их колесниц, и им стало трудно ехать... Тогда Господь сказал Моисею: “Протяни руку над морем, чтобы воды хлынули назад, на египтян, на их колесницы и всадников”. Моисей простер руку над морем, и с рассветом воды сомкнулись. Египтяне бежали навстречу морю, и Господь*

смёл их в воду. Вода хлынула назад и накрыла колесницы и всадников – всё войско фараона, которое ринулось за израильтянами в море. Не спасся никто» (Исход 14:21–28).

Мы видим, что Бог может уничтожить «непобедимую» армию, при этом давая силу слабым и защиту тем, кто в ней нуждается. Господь благословляет нас солнечным светом, дождём, снегом и ветром (см. Евангелие от Матфея 5:45). Погодные явления – как и вообще всё, что есть в мире, – находятся в Его власти и служат Его целям.



1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



урок 8

ИЗМЕНЕНИЯ
КЛИМАТА

Потепления и похолодания



СЛОВАРЬ:

- солнечная активность
- глобальное потепление

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- аномалия



Грозит ли нам глобальное потепление?

Ты знаешь, что Всемирный Потоп привёл к возникновению Ледникового периода, который длился около 700 лет. А менялся ли климат в более позднее время? Да, менялся, хотя и не так резко.

После Потопа на Земле происходили и другие, но уже меньшие катастрофы. В результате одной из них разошлись в стороны материки. Другая (возможно, падение на Землю астероида) могла привести к массовому вымиранию динозавров и других живых существ.

За последние две тысячи лет (то есть с момента Рождества и земного служения Иисуса Христа) климат менялся в основном не катастрофически, а постепенно. Потепление сменялось похолоданием и наоборот. Каждый такой период длился несколько столетий. Впрочем, иногда происходили и природные катастрофы. Они давали резкий толчок климатическим переменам. Например, в 1600 году произошло сильнейшее извержение южноамериканского вулкана Уайнапутина. Оно привело к похолоданию по всей Земле – но не к такому сильному, как во время Ледникового периода.

Происходят перемены климата и в наши дни. Часть учёных считает, что температура на Земле повышается из-за того, что машины и заводы загрязняют атмосферу. Они опасаются, что это **глобальное потепление** станет ещё сильнее и создаст для людей очень серьёзные проблемы.

Но так ли это? Другие исследователи убеждены, что происходящее потепление имеет природные причины и ничем не отличается от таких же периодов, которые были раньше. Поэтому вопрос о причинах и последствиях глобального потепления пока не решён.

Погода и климат – в руках Бога. Поэтому, заботясь о природе, нужно также стараться понять волю Господа относительно происходящего.



- ?
- Как менялся климат Земли за последние 2000 лет?
 - Какая катастрофа около 400 лет назад привела к временному похолоданию?
 - Что такое глобальное потепление?
 - Происходит ли глобальное потепление по вине людей?



Как ты уже понял, климат – многолетний режим погоды, характерный для данной местности, – тоже время от времени меняется, хотя в сравнении с погодными изменениями он гораздо более стабилен. Климатические изменения могут быть резкими, а могут происходить постепенно. Причинами резких перемен являлись катастрофы планетарного или местного масштаба: Всемирный Потоп, извержения вулканов, падения на поверхность Земли астероидов.



Столкновение Земли с астероидом, изображённое художником

- изменение наклона оси вращения Земли или её магнитного поля.

Мы подробно рассмотрели, какие климатические перемены происходили в мире вследствие Всемирного Потопа – великой катастрофы, охватившей всю планету. Упомянули и о свидетельствах, указывающих на последующие катастрофы, уже не столь глобальные. Одна из них привела к образованию современных континентов в результате движения тектонических плит. Другая (возможно, столкновение с астероидом), в сочетании с другими факторами, могла привести к массовому вымиранию динозавров и многих других родов живых существ – потомков тех, кто вышел из Ковчега.

После окончания Ледникового периода климат на Земле изменялся ещё не раз, но уже в гораздо меньших масштабах. Сухие и тёплые периоды несколько раз сменялись более влажными и прохладными. Об этом свидетельствуют записи, сделанные современниками этих перемен, а также научные данные. Например, об изменениях климата можно судить по раз-

Постепенные перемены климата имеют свои причины. Вот некоторые из них:

- увеличение или уменьшение **солнечной активности** – процессов, происходящих на нашем светиле, в результате чего оно начинает выделять больше или меньше энергии, чем прежде;
- уменьшение *прозрачности атмосферы* (например, из-за рассеянного в ней вулканического пепла);
- выделение *подземного тепла*;
- деятельность *ледников*;
- изменение направлений *тёплых и холодных океанических течений*;

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Климатические изменения – это саморегулирующийся процесс: из-за смены климата меняются природные условия, а их изменения, в свою очередь, влияют на климат. Например, за несколько лет засухи озёра частично высыхают, растения погибают, площадь пустынь увеличивается. Всё это приводит к уменьшению дождей на данной территории уже после того, как первоначальная причина – засуха – исчезла. Изменение климата продолжается в силу причин, вызванных самим начавшимся изменением.

1 АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ ДНО



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Человеческая деятельность может приводить к изменению климата на отдельных территориях. Например, если в результате добычи полезных ископаемых или строительных материалов оказывается уничтоженной гора, это может привести к изменению направления ветров, обычных для данной местности. Но способен ли человек влиять на климат в масштабах всей планеты? Ответ на этот вопрос пока неясен.

мерам годовичных колец древних деревьев в разных районах планеты.

Однако и небольшие климатические перемены могли значительно влиять на жизнь людей.

Насколько мы можем судить, в то время, когда в наш мир пришёл Бог и Спаситель Иисус Христос, земной климат был в целом похож на нынешний. Но спустя приблизительно три столетия в Европе началось общее похолодание, продолжавшееся около 450 лет. Частыми в это время были сильные ливни, наводнения, поздние заморозки. Крестьяне забрасывали свои поля. Частыми стали неурожаи, приводящие к голоду. Многие народы и племена двинулись в путь, надеясь найти земли, где климат окажется лучше. Так произошло Великое переселение народов. В этот период рухнула великая античная Римская империя.

Самой холодной выдалась зима 535–536 годов. Считается, что причиной этого было резкое снижение прозрачности атмосферы из-за нескольких крупных извержений вулканов в тропиках. Как полагают учёные, в эту зиму произошло самое резкое понижение среднегодовой температуры в северном полушарии за последние 2000 лет.

Начиная приблизительно с 750–800 годов, наступило новое потепление. Зимы стали мягкими, погода – сравнительно ровной. К XII–XIII векам климат стал более мягким и сухим, чем был в начале нашей эры (отсчитываемой от Рождества Христова). Количество остающихся на Земле ледников в тот период уменьшилось. Это позволило викингам заселить острова Исландию и Гренландию. На юге Шотландии (северная часть острова Великобритания) росли виноградники, а урожаи зерновых культур восходили вплоть до Северного полярного круга! В то же время влажность была достаточной, чтобы на территории пустыни Намиб в юго-западной части Африки (сегодня это одно из самых засушливых мест Земли) жили люди.

В течение XIV–XIX веков на Земле вновь происходило относительное похолодание. Его условно называют «*малым ледниковым периодом*». Исследователи полагают, что начался он из-за замедления Гольфстрима – тёплого течения в Северной Атлантике. В 1310-х годах Западная Европа, судя по летописям, пережила настоящую экологическую катастрофу. После привычно тёплого лета 1311 г. последовали четыре хмурых и дождливых лет-



Миниатюра «Февраль» – Франция, 1-я треть XV в.
(из рукописной книги «Великолепный часослов герцога Беррийского»)



Город Арекипа (Перу) во время катастрофического извержения вулкана Уайнапутина в 1600 г.: тонны пепла падают на город. Иллюстрация 1615 года

них периода 1312–1315 гг. Сильные дожди и суровые зимы привели к гибели урожаев и вымерзанию фруктовых садов. Зимние заморозки стали поражать даже северную Италию. В Гренландии началось наступление ледников, к концу XV века здесь образовалась вечная мерзлота, и викингам пришлось покинуть этот остров. Происходил рост ледников и в других местах.

19 февраля 1600 г. произошло сильнейшее извержение вулкана Уайнапутина в южном Перу. Его пепел, поднявшийся в атмосферу, мешал проходить солнечным лучам, что привело к дальнейшему похолоданию. Это, в частности, вызвало великий голод на территории России; начавшиеся здесь из-за голода народные бунты привели к периоду Смутного времени – пятнадцати годам тяжелейшего кризиса. Стали замерзать даже южные моря, вплоть до пролива Босфор и Адриатического моря. Зимой 1664–1665 гг. во Франции и Германии, по свидетельствам современников, птицы замерзали в воздухе. В середине XVIII века в европейских столицах – Париже, Вене, Берлине и Лондоне – происходили

регулярные метели и снежные заносы.

В конце декабря 1776 г., во время Войны за независимость США, армия под командованием генерала Джорджа Вашингтона переправилась через реку Делавэр и одержала победу над английскими войсками. На картине Эммануэля Лойце изображена эта переправа. Видно, что лодки с трудом передвигаются среди льдин. В наши дни Делавэр зимой не замерзает.



Э. Лойце. «Вашингтон переправляется через реку Делавэр»

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Одной из причин глобального потепления считают производство цемента. Действительно, при этом в атмосферу выделяется углекислый газ. Но когда цемент используется в строительстве, он снова соединяется с углекислым газом, поглощая его из атмосферы. Поэтому производство и употребление цемента не изменяет среднее количество атмосферной углекислоты. Внимательного изучения требуют и другие предполагаемые причины глобального потепления. Возможно, в них также найдутся неучтённые особенности.

Со второй половины XIX века климат снова стал меняться – теперь в сторону потепления. За последние 130 лет средняя температура на Земле увеличилась на 0,67 °C. Это достаточно много (ведь при стабильном климате среднегодовая температура остаётся неизменной). Потепление сопровождается увеличением количества содержащегося в атмосфере углекислого газа, усиливающего парниковый эффект. Считается, что это произошло в результате человеческого влияния: из-за сжигания ископаемого топлива и массовой вырубki лесов.

Поэтому некоторые учёные предположили, что температура на планете начала расти из-за человеческой деятельности, и если эту деятельность не ограничить –

последствия могут быть весьма опасными: наводнения из-за таяния ледников, сильнейшие ураганы, засухи, опасная для человеческого здоровья жара. Этот процесс резкого повышения температуры вследствие возрастания (по вине человека) количества углекислого газа в атмосфере был назван **глобальное потепление**.

Однако сейчас, когда первая тревога по поводу глобального потепления миновала, всё большее число учёных приходит к мысли, что ничего особенного не происходит. Вполне возможно, что современное потепление климата – это не результат «рукотворного» парникового эффекта, а продолжающийся естественный выход из «малого ледникового периода». Высказывается такое мнение: нет ничего удивительного, что в начале XXI века среднегодовые температуры регулярно превышают «климатическую норму», ведь сама эта «норма» была вычислена по стандартам относительно холодного XIX века.

Подробнее о спорах вокруг глобального потепления ты узнаешь из пособия «Мир экосистем».

Нам не известно точно, как будет меняться климат в дальнейшем. Но мы знаем, что погода и климат подвластны Господу Богу. Поэтому, с одной стороны, нужно продолжать климатологические исследования, а с другой – внимательно наблюдать, куда направляет нас Господь.



СВЕРЯЕМСЯ ПО АТЛАСУ И СПРАВОЧНИКАМ

Отыщи на карте страны и территории, о которых шла речь на этом уроке. Найди в справочниках или в интернете информацию, каков сейчас климат этих мест. Сделай вывод о том, как менялся за последние 2 тысяч лет климат на каждой из этих территорий.

Выбери одну из них и напиши небольшой доклад о климатических изменениях, происходивших здесь с течением времени. Прочитай свой доклад родителям, учителю и своим друзьям.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Какими двумя путями может меняться климат?
 - Назови несколько причин, приводящих к смене климата.
 - Что такое «малый ледниковый период»?
 - Что такое глобальное потепление?
 - Какие есть две точки зрения на происходящее потепление климата?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Какие исторические и естественнонаучные свидетельства говорят об изменении климата в той местности, где ты живёшь?
 - Как твои христианские взгляды влияют на осмысление этих свидетельств?
 - Если глобальное потепление всё же происходит – какие «минусы» и «плюсы» оно может иметь?



АНОМАЛЬНЫЕ ЖАРА И ХОЛОД

Трудно отрицать, что определённые климатические перемены в последнее время действительно происходят, независимо от того, что является их причиной: деятельность людей или природные процессы. Возможно, это лишь кратковременные изменения, а не признаки перемены климата в целом. Поэтому сейчас принято говорить о них как об **аномалиях** – отклонениях от нормы, неправильностях.

В июне-августе 2010 г. в Северном полушарии нашей планеты установилась **аномальная жара**. Это лето оказалось самым жарким за все 130 лет метеонаблюдений. За июнь 2010 г. средняя температура воздуха на Земле составила +16,2 °С, что выше по сравнению со средней температурой XX века на 1,2 градуса.



Холодная вода из подземных источников помогала переносить аномальный зной (Харьков, Средняя Журавлёвка)

В городах в несколько раз выросли продажи мороженого, прохладительных напитков, вентиляторов и кондиционеров. Общие бассейны были переполнены. Больше всего не повезло водителям: стоять в «пробках» в такую жару было просто невыносимо. Некоторые водители общественного транспорта теряли сознание.

Во многих странах Европы, в России, США, Китае бушевали лесные пожары. Пожарным не всегда удавалось остановить стену огня.

В Латвии воздух днём прогревался до +34 °С. Телевизионная башня в Риге, сделанная из стали, от жары расширилась, став выше на 4 сантиметра. При этом она стала самой высокой телебашней в Европейском Союзе, на 1 см выше берлинской (построенной из бетона, который в жару не расширяется).

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



В Австрии в некоторых районах столбики термометров превысили отметку 35 °С. В Чехии из-за небывалой для местного климата 40-градусной жары плавилось асфальтовое покрытие автодорог, некоторые их участки пришлось закрыть для движения.

В Украине температура на 5–10 °С превышала климатическую норму. После небольшого похолодания в начале июля жара возобновилась с новой силой. Сильнейший зной свирепствовал на юго-востоке и в центре страны. 12 августа 2010 г. в Луганске была зафиксирована наивысшая температура воздуха в Украине за весь период метеонаблюдений: +42 °С.

В России в некоторых регионах воздух прогрелся до 40–43,5 °С. Москву затянуло смогом от лесных и торфяных пожаров в окрестностях. Кроме многочисленных пожаров, жара вызвала засуху, погубившую почти пятую часть всех посевов.

В городе Эйлат на юге Израиля 21 июня уровень температуры превысил +46 °С. Власти просили жителей и туристов не выходить на солнце и пережидать жару, запасшись большим количеством воды.

В Соединённых Штатах врачи также рекомендовали во время жары не выходить на улицу.

Из-за устойчивой жары снизилось содержание кислорода в морской воде, что привело к массовой гибели рыбы. Балтийское море покрылось «ковром» из одноклеточных сине-зеленых водорослей, размножившихся из-за необычайно жаркой погоды.

А спустя полтора года, в начале 2012 г., Евразию накрыли *аномальные морозы*. В Германии температура упала до минус 25 °С. Сильные снегопады наблюдались в Италии. В Азербайджане льдом покрылось Каспийское море.

В европейской части России температура упала на 7–12 градусов ниже нормы, а в Смоленске 3 февраля она достигла минус 30 °С; суровые морозы (до минус 50–55 °С) стояли на Камчатке и в Якутии.

Выпал снег и на севере Африки (в Алжире и Тунисе). А уже в начале марта сильные снегопады обрушились на Иерусалим.

В результате аномальных холодов немало людей пострадало от переохлаждения и обморожения. Возросло и количество пожаров в населённых пунктах. Они были вызваны подключением большого числа электрических обогревательных приборов. Замерзли водопроводные трубы. Из-за обильных снегопадов оказывался парализованным транспорт, нарушалась подача электроэнергии. Некоторые небольшие населённые пункты в разных странах даже оказывались временно отрезанными от всего остального мира.

Являются эти изменения аномалиями, или меняется земной климат? Для ответа на этот вопрос необходимы дальнейшие наблюдения за погодой.



**Для жителей Турции аномальные морозы
были тяжёлым испытанием**

часть 3

ОБЛАКА

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Круговорот воды в природе
- Формирование облачных масс
- Три основных типа облаков
- Различные виды осадков

ТЕМЫ УРОКОВ

урок 9. КРУГОВОРОТ ВОДЫ	60
урок 10. ОБРАЗОВАНИЕ ОБЛАКОВ	64
урок 11. ТИПЫ ОБЛАКОВ	68
урок 12. ОСАДКИ	73
урок 13. РАДУГА	82



урок 9

КРУГОВОРОТ ВОДЫ Стопроцентное повторное использование



СЛОВАРЬ:

- круговорот воды в природе
- испарение
- транспирация
- парообразование
- конденсация

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- грунтовые воды
- зона аэрации
- зона насыщения
- уровень грунтовых вод
- источник (родник)
- водоупорный слой



Почему вода на Земле не иссякает?

Всем растениям и живым существам для жизни необходима вода. Бог позаботился, чтобы вода на Земле всё время находилась в движении и никогда не заканчивалась. Он создал процесс, который называется **круговорот воды в природе**.

Вот как происходит круговорот. Солнце нагревает воду в океанах, озёрах и реках. Часть этой воды превращается в пар и поднимается в атмосферу (этот процесс называется **испарение**). Ветер уносит влажный воздух в сторону берега. Там он охлаждается, и вода снова становится жидкой (происходит её **конденсация**). Капли воды падают на землю в виде **осадков** – росы, дождя или снега. Выпавшая на землю вода орошает растения или вливается в реки и другие водоёмы, где её могут брать люди и пить животные.

Получается, что воду можно использовать снова и снова, и она никогда не заканчивается. Таково совершенство Божьего творения.

- ?
- Какой процесс создал Господь, чтобы вода никогда не заканчивалась?
 - Каким путём вода покидает океаны?
 - Как вода попадает на сушу?



Господь использует погодные изменения для перемещения воды по планете, чтобы растения, животные и люди могли ею пользоваться. Это процесс, в результате которого влага используется снова и снова, называется **круговоротом воды в природе**.

Вода попадает в воздух в виде водяного пара – *газообразной формы* воды. Происходит это тремя различными способами. Давай рассмотрим их немного подробнее.



Основная часть влаги попадает в атмосферу в результате процесса **испарения**. Приблизительно три четверти нашей планеты покрыты водой. Солнце нагревает поверхность океанов, морей, озёр и рек. Тепловая энергия заставляет молекулы воды быстрее двигаться. В результате они накапливают достаточно энергии, чтобы вода сменила своё состояние с жидкого на газообразное.

В условиях до-потопного климата, когда на всей Земле действовал парниковый эффект, задерживаемое в атмосфере тепло вызывало усиленное испарение. Поэтому воздух в тот период был насыщен влагой.

Ветер тоже помогает испарению. Он уносит водяной пар прочь от поверхности водоёмов. На место влажного воздуха поступает более сухой. Он начинает впитывать в себя молекулы воды. Чем суше воздух, тем больше молекул он может в себя вобрать, и тем быстрее вода будет испаряться.

Второй способ, которым водяной пар может оказаться в атмосфере, – это **транспирация**. Так называется выделение пара с поверхности растений, а также при дыхании людей и животных. Этот процесс происходит постоянно, как и испарение.

Зимой, когда холодно, невидимый водяной пар, выходя из твоего рта с дыханием, тут же превращается в мельчайшие капельки воды, напоминающие туман. Ты наверняка не раз наблюдал это. Такого же эффекта можно добиться, подышав на зеркало. Его холодная поверхность запотеет – покроется крошечными капельками влаги, сгустившейся из выдыхаемого пара.

Парообразование происходит, когда вода (в жидкой форме) нагревается до точки кипения. Чтобы это произошло, необходим источник тепла. Парообразование можно наблюдать во время приготовления еды, когда от кипящей кастрюли поднимается «пар» (точнее, видим мы снова «туман», образовавшийся при столкновении пара с более холодным воздухом; сам водяной пар невидим). Лишь небольшая часть воды попадает в атмосферу таким способом.

Вне зависимости от того, каким образом вода оказывается в воздухе, она повышает его влажность. Затем ветер переносит тёплый влажный воздух в другие места:

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО

например, с поверхности океана – на сушу. В конечном итоге воздух охлаждается, теряя способность удерживать водяной пар. Происходит **конденсация** – переход газообразной формы воды в жидкую. В результате образуются облака. Когда воздух охлаждается ещё сильнее, вода-конденсат покидает атмосферу, выпадая на землю в виде дождя, снега, росы или других *осадков*.

Часть выпавшей влаги используется растениями, животными и людьми, после чего возвращается в атмосферу в процессе транспирации. Бóльшая же часть воды находит путь в Мировой океан. Просачиваясь через подземные потоки или стекая по земной поверхности, она попадает в реки, которые впадают в моря. А оттуда процесс испарения вновь поднимает воду в воздух в виде водяного пара.

Так замыкается неразрывный цикл круговорота воды в природе. Он происходит непрерывно. Вода снова и снова проходит через круговорот, обеспечивая существование жизни на Земле. При этом её общее количество (с учётом воды, входящей в состав живых организмов) остаётся неизменным.

Круговорот воды в природе напоминает об изначальном совершенстве всего Творения. Это идеальный механизм, заложенный Богом в мир для поддержания в нём жизни.



СХЕМА КРУГОВОРОТА ВОДЫ В ПРИРОДЕ

Нарисуй схему круговорота воды. Изобрази на ней океан, сушу, облака, растения и животных. Нарисуй различные виды осадков. Стрелками покажи все известные тебе пути движения воды. Подпиши, где какой процесс изображён.

Не нужно срисовывать иллюстрацию, расположенную на предыдущей странице. Прояви фантазию и изобрази свой вариант схемы круговорота.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- Как водяной пар попадает в атмосферу?
- Какой из процессов доставляет в атмосферу больше всего воды?
- Как вода попадает из атмосферы на землю?
- Как вода, выпавшая на землю, возвращается в водоёмы?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- Какие погодные явления способствуют испарению воды с поверхности водоёмов?
- Почему летом нужно поливать траву на лужайке рано утром, а не в середине дня?



ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

Об одной из важных составных частей круговорота воды многие люди обычно не задумываются и весьма смутно её себе представляют. Это – **грунтовые воды**, протекающие под земной поверхностью. Вода

попадает в землю, когда осадки просачиваются через почву и камни, уходя вглубь. Самая верхняя часть земной коры называется **зоной аэрации**. Горные породы здесь очень пористые, в них много полостей, заполненных воздухом. Через эти полости вода опускается ниже, в **зону насыщения**. Этот уровень горных пород тоже содержит большое количество ниш, но воздух из них вытеснен заполняющей их водой.

Граница между зоной аэрации и зоной насыщения называется **уровнем грунтовых вод**. Этот уровень обычно повторяет рельеф местности, за исключением высоких холмов и глубоких низин; так что вода будет дальше от земной поверхности на вершине холма и ближе к поверхности в низине.

Грунтовые воды обычно текут вниз по склонам и в том же направлении, что и воды на поверхности. Но скорость движения у грунтовых вод меньше.



Рано или поздно, большая часть грунтовых вод находит путь наружу. Это может происходить одним из двух способов. Грунтовые воды могут пробиться на поверхность – например, на склоне холма. Так образуется **источник (родник)**. Чаще всего вода течёт из источника постоянно, хотя бывают и пересыхающие время от времени родники. В других слу-

чаях грунтовые воды образуют подземные реки, которые, оставаясь на всём своём протяжении под землёй, впадают в озеро, наземный поток или океан.

Течение грунтовых вод во многом зависит от того, какие горные породы преобладают в данной местности. Слои почвы, через которую вода может просочиться, называются **водопроницаемыми**. В них есть множество полостей, крупных и мелких, соединённых друг с другом. Вода свободно протекает через них насквозь. Гравий, песок, песчаник – водопроницаемые среды.

Через другие горные породы вода просочиться не может. Таковы, например, гранит, базальт, полевой шпат, глина. Их называют **водонепроницаемыми**, а слой почвы, который из них состоит, – **водоупорным слоем**. Такой слой обязательно находится под зоной насыщения. Сквозь него вода не может уйти глубже. Если водонепроницаемые породы выходят на поверхность, вода не сможет уходить в почву. Она будет течь по поверхности до тех пор, пока под ней не появятся водонепроницаемые породы или пока не достигнет водоёма.

Многие фермеры и владельцы частных домов берут воду из колодцев. Для этого необходимо, чтобы колодец был выкопан на глубину ниже уровня грунтовых вод. Так как глубина их залегания меняется в зависимости от количества осадков и времён года, нужно учитывать самый низкий их уровень.

Возможно, подземные воды находятся в нескольких метрах под твоими ногами, или протекают на глубине в сотни метров. Ты можешь ничего не знать о них, но обойтись без них невозможно. Благодаря грунтовым водам удовлетворяются многочисленные нужды людей в питьевой воде во всём мире.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



урок 10

ОБРАЗОВАНИЕ
ОБЛАКОВ

Белые кораблики в небе



СЛОВАРЬ:

- облака
- конвекция
- конвективная ячейка
- точка росы
- ядра конденсации
- коалесцировать



Откуда берутся облака?

Интересно смотреть на облака, пытаюсь угадать, на что они похожи. Ещё интереснее узнавать, из чего они состоят и как появляются. Как ты думаешь, что такое облако? Может быть, это большие комки сахарной ваты?..

Облака – это большие скопления крошечных капелек воды в воздухе над нами.

Но как эти капельки забираются так высоко? Они образуются прямо в небе из прозрачного газа – водяного пара. Ты уже знаешь: когда Солнце нагревает океаны и реки, от его тепла часть воды испаряется – становится паром и поднимается к небу. Пока воздух остаётся тёплым, вода в нём будет содержаться в виде пара. Но как только температура воздуха снижается, пар начинает снова превращаться в жидкость. Он образует очень мелкие капли – настолько лёгкие, что они не падают на землю: восходящий воздух поддерживает их снизу. Возникая в атмосфере в большом количестве, эти капельки образуют облако.

(Из таких же крошечных капелек состоит туман, который ты иногда можешь наблюдать на улице. Ещё такие «облачка» можно увидеть над крышкой кипящего чайника. Их часто называют «паром», но это неправильно: водяной пар невидим).

Ветер может перемещать облако по небу. Если оно попадает в окружение сухого воздуха, капельки могут снова стать паром. Тогда облако исчезает. Если же внутри облака будет происходить конденсация всё новых капелек, они начнут сливаться друг с другом. Тогда воздух уже не в состоянии удержать их, и возникшие большие капли падают на землю – идёт дождь. Тёмные, перенасыщенные водой облака, готовые пролиться дождём, мы называем тучами.



- Что такое облако?
- Как вода оказывается в воздухе?
- Почему пар снова становится жидкой водой?
- Почему облака могут двигаться?
- Какие облака мы называем тучами?





Глядя на облака, ты наверняка не раз замечал, что их форма напоминает какое-нибудь животное, растение или человеческое лицо. Поиск знакомых фигур в облаках – довольно интересное занятие. Но задавался ли ты вопросом, из чего состоят облака и как они образуются?

Облака – это расположенные в атмосфере скопления мелких капель воды или кристаллов льда. Почти все их виды возникают и находятся не очень высоко – в тропосфере.

Как ты знаешь, под действием солнечной энергии, нагревающей поверхность водоёмов, вода в них начинает испаряться. Нагретый воздух, содержащий водяной пар, расширяется: его плотность уменьшается, он становится легче и поэтому поднимается вверх, а на его место опускается более тяжёлый холодный (и более сухой) воздух. Такой процесс переноса теплоты в газе (или в жидкости), который осуществляют потоки самого вещества, называется **конвекция**.

Таким образом, образуется *восходящий воздушный поток*. Поднимаясь, он охлаждается на 1 °С каждые 100 метров высоты. Обычно в какой-то момент боковые нисходящие потоки (это холодный воздух опускается на место, которое освободил тёплый) смыкаются (см. схему). Воздух продолжает подниматься в небо, словно

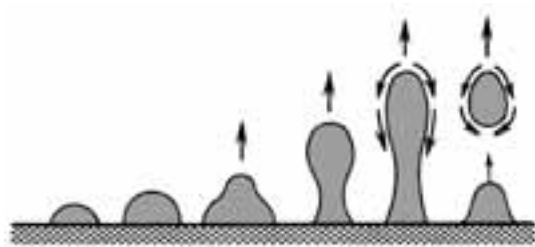


Схема образования конвективной ячейки

заполненный горячим воздухом надувной шарик. Такой пузырь горячего воздуха называют **конвективной ячейкой**.

Пузырь поднимается до тех пор, пока окружающий его воздух остаётся более прохладным, чем воздух в конвективной ячейке. Когда температуры сравниваются, движение пузыря прекращается. Теперь он

отличается от окружающего воздуха только *концентрацией* водяного пара.

Дальнейшее зависит от соотношения влажности воздуха в ячейке и его температуры в конце подъёма. Если их соотношение достигло определённой критической точки, влага начинает переходить в жидкое состояние – конденсироваться на пылинках, пыльце и других мелких частицах, находящихся в воздухе. Так возникает облако.

Критическая точка, при которой начинается конденсация, получила название **точка росы**. Это температура, при которой воздух становится насыщенным, то есть способным удерживать только то количество влаги, которое в нём уже есть. Говоря иначе, его относительная влажность достигает 100 %. При дальнейшем охлаждении (даже самом небольшом) способность воздуха удерживать влагу становится ещё меньше, и начинается процесс конденсации.

Но для этого необходимо ещё одно условие – впрочем, оно почти всегда соблюдается. Дело в том, что если воздух, насыщен-



Облака, возникшие из конвективных ячеек

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Одна дождевая капля обычного размера формируется в облаке приблизительно из 1 миллиона маленьких капелек.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Большое облако может весить до 700 000 тонн. Это больше, чем вес 3 000 самолётов «Боинг-747».

ный водяным паром, совершенно чист, то даже после перехода через точку росы конденсация может не произойти (при этом воздух становится *перенасыщенным*). Для её начала необходимо присутствие хотя бы мельчайших твёрдых частиц, о которых мы уже упомянули раньше. Атмосферный воздух наполнен мельчайшими частицами пыли, дыма, цветочной пыльцы. На них и начинает собираться (как бы «приклеиваться» к ним) конденсирующийся пар. Частицы, вокруг кото-

рых формируются капли, называются **ядрами конденсации**.

Некоторые ситуации способствуют формированию облаков. Например, если тёплая воздушная масса сталкивается с холодной, она охлаждается от неё и достигает точки росы раньше, чем это произошло бы при её свободном подъёме. В результате облака образуются на небольшой высоте.

Другой фактор, приводящий к образованию облаков, – это горные преграды. Достигнув горы, тёплый воздух поднимается по её склону и встречается с холодным ветром, который дует на вершине. Потоки ветра часто придают облакам, возникающим подобным образом, форму блюдца.

Почему облако остаётся в атмосфере, а не оседает на землю? В этом ему помогает давление восходящего воздуха. Облако может быть очень тяжёлым, но каждая отдельно взятая капелька воды в нём – маленькая и лёгкая; её диаметр не больше 0,01 см. Поэтому восходящему потоку легко удерживать её в небе.

Если воздух вокруг облака сухой, вода вскоре снова примет газообразную форму, и облако быстро исчезнет. А если окружающий воздух окажется влажным, облако может «прожить» много часов.

Если же температура воздуха продолжает падать, а влажность остаётся высокой, внутри облака продолжают возникать всё новые капельки. Постепенно они начинают **коалесцировать** – сливаться друг с другом, образуя большие капли, которые уже не в состоянии удержаться за счёт восходящих потоков. Они устремляются вниз, к земле: начинается дождь.

Перенасыщенные водой облака, готовые пролиться дождём, обычно называют тучами. Их научное название ты узнаешь на следующем уроке.



Над горами облака часто принимают форму блюдца или причудливого сосуда



ОБЛАКО В КУВШИНЕ

Цель: сделать искусственное облако.

Материалы: стеклянный прозрачный кувшин с плоской крышкой, кастрюля, электроплитка, лёд, пластиковый пакет.

Ход работы

1. Наполни кувшин водой на 2,5 см, затем закрой его крышкой.
2. Помести кувшин в кастрюлю и налей в неё 5 см воды.
3. Поставь кастрюлю на плитку, включив её на среднюю мощность. *Делай это только в присутствии родителей!*
4. Положи несколько кусочков льда в пластиковый пакет и завяжи его.

5. Положи пакет со льдом на крышку кувшина.
6. Наблюдай, как испаряющаяся вода конденсируется в верхней части кувшина.

Вывод

Жар электроплитки играет роль солнечного тепла, нагревая воду в кувшине. Тёплый влажный воздух в кувшине поднимается вверх. Лёд охлаждает его, когда он достигает крышки. Температура воздуха снижается, и содержащийся в нём пар начинает конденсироваться в верхней части кувшина. Таким же образом в атмосфере формируются облака.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Что такое облако?
 - Как образуются облака?
 - Что такое точка росы?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Почему часто на одном склоне горы выпадает гораздо больше осадков, чем на другом?
 - Почему если воздух вокруг облака сухой, то облако быстро исчезает?
 - Почему не из всех облаков идёт дождь?



КАК ОБРАЗУЕТСЯ СНЕГ

Цель: устроить снегопад в домашних условиях.

Материалы: две обувных коробки (одна должна быть как минимум на 5 см меньше второй по всем сторонам), чёрный картон, сухой лёд, тёплые перчатки, газета, полотенце, молоток, фонарик.

Ход работы

1. Возьми меньшую из двух коробок и выложи её изнутри чёрным картоном.
2. Помести маленькую коробку внутрь большой.
3. Возьми небольшие кусочки сухого льда и положи в большую коробку, вокруг стенок маленькой коробки. Накрой сухой лёд газетой. **Работай с сухим льдом только в тёплых перчатках!**
4. Закрой маленькую коробку крышкой, чтобы воздух внутри неё смог охладиться до температуры замерзания воды. Это должно занять около 10 минут.
5. Сними крышку с маленькой коробки и аккуратно подыши на холодный воздух внутри неё. Видишь, что произошло? Влага, содержащаяся в воздухе из твоего рта, конденсируется в холодном воздухе, образуя облачко. Обрати внимание, как оно движется внутри коробки.
6. Теперь заверни небольшой кусочек сухого льда в полотенце.
7. Молотком разбей завернутый лёд на очень мелкие крупинки.
8. Выключи свет в комнате. Зажги фонарик и направь его луч внутрь маленькой коробки, расположив фонарик под углом к ней.
9. Ещё раз подыши внутрь маленькой коробки. После этого, **надев перчатки**, «брызни» на образовавшееся облачко несколькими измельчёнными частичками сухого льда. Что произошло?

Вывод

Если ты сделал всё правильно, то увидишь, как вокруг крупинки льда кристаллизуется влага и падает вниз на картон в виде снега.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



урок 11

ТИПЫ ОБЛАКОВ

Прекрасное разнообразие



СЛОВАРЬ:

- слоистые облака
- кучевые облака
- перистые облака
- дождевые облака
- серебристые облака
- радар

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- туман
- дымка
- приземный туман
- адвективный туман
- туман испарения
- низинный туман
- туман склонов

Какими бывают облака?



Если ты рассматривал облака, то знаешь, что они бывают разными, непохожими друг на друга.

Порой на небе появляются облака, образующие плотные слои, иногда закрывающие всё небо. Они так и называются: **слоистые облака**.

Другие облака – ярко-белые, большие и пушистые. У них тоже есть своё название: **кучевые облака**.

Ещё один вид облаков – тонкие и прямые или немного изогнутые. Они немного напоминают птичьи перья. Поэтому их так и называли: **перистые облака**.

Посмотри на небо. Есть там сейчас облака? Постарайся определить, к какому виду они относятся.



- Как называются облака, создающие на небе плотный покров?
- Как называются пушистые облака?
- Как называются тонкие облака, похожие на перья?



Вряд ли для тебя окажется новостью то, что облака бывают различных форм и размеров. Ты, конечно же, и сам не раз это замечал.

В 1803 г. английский фармацевт Люк Говард предложил систематизировать облака по их внешнему виду, а также по высоте, на которой они находятся. Его классификация с некоторыми изменениями используется метеорологами и сегодня.

Все облака делятся на три основные группы, в зависимости от их формы. У каждой из них есть, кроме общеупотребительного, ещё и латинское название. Запомнить их необязательно, но ты всё же попытайся!

Слоистые облака (их латинское название *Stratus* – «стратус») образуют однородный слой, сходный с туманом. Угрюмое небо, затянутое, наподобие одеяла, низкими тучами, – часто встречающийся пример слоистых облаков.



Слоистые облака



Кучевые облака



Перистые облака

Кучевые облака (на латыни *Cumulus* – «кумуляс») напоминают собой холмы или горы. Они белого цвета, большие, пушистые и объёмные. Верхние их части похожи на купола или башни с округлыми очертаниями.

Третий вид – это **перистые облака** (по-латыни они называются *Cirrus* – «циррус»). Они состоят из тонких полос, формой напоминающих птичьи перья (из-за ветра нередко изогнутые). Перистые облака состоят из мелких ледяных кристаллов, потому что конденсирующаяся влага при низких на такой высоте температурах мгновенно замерзает.

Форма облака во многом определяется движением воздуха. Если воздушные массы перемещаются горизонтально, они растягивают облака, превращая их в слоистыми. Если же воздух движется вертикально, он уносит с собой облачные клубы, образуя кучевые облака.

Облака могут иметь и промежуточные формы: напоминать собой не один, а сразу два из основных типов. Поэтому выделяется несколько дополнительных типов облаков: например, слоисто-кучевые или перисто-слоистые.

Облака также классифицируют по высоте, на которой они образуются.

Облака **нижнего яруса** находятся на расстоянии от поверхности, не превышающем 2 км. Это **слоистые** облака, а также их подвид – **слоисто-кучевые** (*Stratocumulus* – «стратокумуляс», серые облака, состоящие из крупных гряд, волн, пластин).

Облака **среднего яруса** располагаются на высоте от 2 до 6,5 км. К ним относятся два подвида: **высококучевые** (*Alto cumulus* – «альтокумуляс», состоящие из хлопьев и сгустков, разделённых просветами) и **высокослоистые** (*Alto stratus* – «альтостратус», волнистая пелена серого или синеватого цвета).

Облака **верхнего яруса** возникают на высоте от 6,5 до 13 км. Это **перистые** облака, включая два их подвида: **перисто-кучевые** (*Cirrocumulus* – «циррокумуляс», небольшие и шаровидные, вытянутые в линии; их иногда называют «барашки») и **перисто-слоистые** (*Cirrostratus* – «цирростратус», парусоподобные, в виде однородной белёсой пелены).

Собственно **кучевые** облака не относят ни к одному ярусу. Нередко они образуются над восходящими потоками, которые на протяжении долгого времени устремляются вверх, не образуя конвекционных ячеек. В результате такой постоянной подпитки (из-за непрерывной конвекции) они разрастаются в вертикальном направлении,

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

На заглавной фотографии этого урока на дождевых облаках видны снизу округлые выступы. Они образуются за счёт того, что на некоторые места облака сверху сильнее давит холодный воздух, а на другие места – снизу тёплый. В итоге получаются выступы или волны. Такие облака называются **вымеобразными** (*Mammatus* – «мамматус»). Возникают они редко и в основном – в тропических широтах.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО





Образование кучевых облаков
из конвекционных ячеек (слева) и над
постоянным восходящим потоком (справа)

Наконец, если облака несут в себе осадки, их называют **дождевыми облаками** (или, в обычной речи, «тучами»). Таких облаков бывает приблизительно 10 % от общего количества. Их нижняя граница располагается почти всегда в нижнем ярусе тропосферы. Они бывают *слоисто-дождевыми* (*Nimbostratus* –



Кучево-дождевое облако с верхней частью
в виде наковальни

В отличие от остальных своих «собратьев», они образуются не в тропосфере, а намного выше – на высоте приблизительно 80 км. Их можно иногда наблюдать сразу после заката или перед восходом Солнца.

Постарайся теперь, когда смотришь на небо,

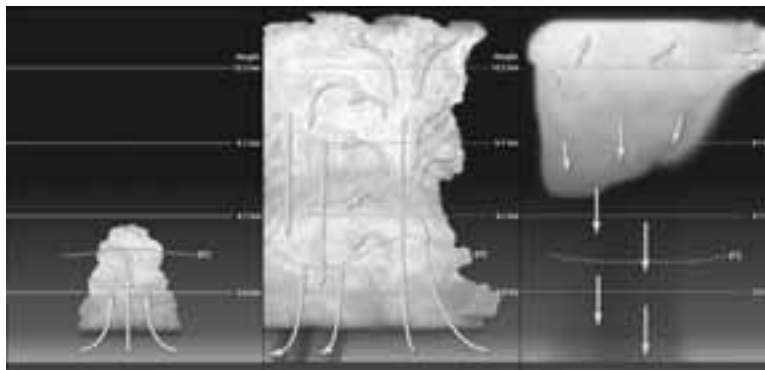
порой занимая все три яруса одновременно. Например, нижняя широкая кромка кучевого облака может находиться на высоте 1,5 км, а само оно вытянутой вверх вершиной простирается до высоты 8 км.

Кучевое облако продолжает расти, пока находится над тёплым восходящим потоком. Когда поток исчезает или ветер относит облако в сторону от него, оно начинает менять форму: основание облака становится размытым, а основная его масса сосредоточивается в верхней части (как изображено на схеме).

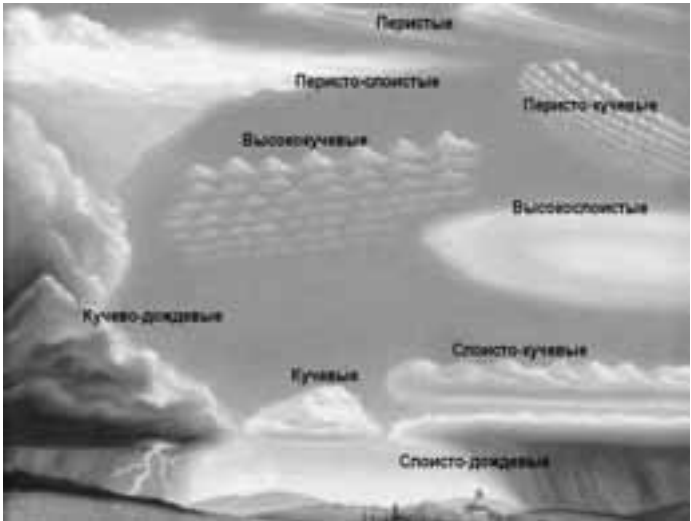


«*нимбостратус*», тёмно-серые, в виде сплошного слоя) или *кучево-дождевыми* (*Cumulonimbus* – «кумулонимбус», мощные и плотные облака, которые могут тянуться вверх до высоты 12–14 км). Кучево-дождевые облака несут с собой обильные ливни, иногда с мощным градом и грозowymi явлениями. Если вдоль такого грозового облака дует мощный ветер, он разглаживает облачную вершину, придавая ей очертания наковальни.

Существуют и особые виды облаков, встречающиеся довольно редко. Наиболее известны из них **серебристые облака**.



Три этапа развития кучево-дождевого облака



Типы облаков

оволн от различных объектов. Микроволновые сигналы способны отражаться от очень маленьких объектов – таких как капли воды или кристаллы льда. Поэтому радар, направленный на облако, позволяет узнать в подробностях, что происходит внутри него.



МАКЕТ ОБЛАКОВ

Сделай макет, изобразив на нём облака различной формы. Для этого приклей кусочки ваты к листу синего картона. Придай вате форму, соответствующую каждому из трёх основных типов облаков. Закончив работу, аккуратно подпиши название каждого облака.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- По каким признакам классифицируют облака?
- Каковы три основные формы облаков и как они выглядят?
- Какие разновидности есть у дождевых облаков?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- Почему облака, образующиеся возле горных вершин (их называют лентикулярными облаками), остаются неподвижными даже при сильном ветре?



ТУМАН

Мы уже несколько раз употребляли слово «туман». Ты, конечно, наблюдал это погодное явление. **Туман** – это скопление в воздухе воды в виде мельчайших капелек, образовавшихся в результате конденсации водяного пара. При температуре воздуха ниже -10°C туман состоит из смеси капелек воды и кристалликов льда, а при -15°C и ниже – полностью из крошечных ледяных кристаллов, сверкающих в солнечных лучах или в свете луны и фонарей.

Сильным считается туман, при котором нельзя рассмотреть предметы, находящиеся на расстоянии 500 метров, или даже меньше. А очень слабый туман, при котором

определять, какие именно облака сегодня его покрывают: слоистые, кучевые или перистые. А может, ты захочешь различать и их подвиды? Для этого тебе нужно прочесть более подробную информацию в специальной литературе или в интернете, а также рассмотреть их фотографии.

Метеорологи изучают процессы, происходящие в облаках, с помощью **радаров** – антенн, излучающих радиоволны и регистрирующих возвращающиеся назад отражения этих ради-

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



видимость сохраняется более чем на 1 км, называют **дымкой**.

Непрерывная продолжительность туманов составляет обычно от получаса до нескольких суток. Особенно длительными они бывают в холодный период года.

По своему составу туман ничем не отличается от облаков. Но считать его просто облаком, соприкасающимся с поверхностью Земли, было бы всё же неверно. Конечно, бывают случаи, когда облако опускается на ту или иную часть земной поверхности – например, на плоскую горную вершину. Если в это время там будут находиться люди, они почувствуют себя

оказавшимися в тумане. И всё же туман как таковой не просто опускается на поверхность Земли, а возникает, взаимодействуя с ней. Это взаимодействие может быть различным, поэтому конденсация водяного пара происходит по разным причинам.

Самый распространённый тип тумана – **приземный** (или *радиационный*) **туман**. Он образуется, когда земля отдаёт тепло в атмосферу после того, как солнце прекращает на неё светить. В результате воздух возле поверхности охлаждается. Приземный туман появляется прохладными, ясными ночами, при слабом ветре или безветренной погоде. Если же небо покрыто облаками, тепло задерживается ближе к земле и конденсации не происходит. Приземный туман обычно быстро исчезает с наступлением рассвета.

Адвективный туман (в переводе – «движимый ветром»). Такой туман образуется, когда ветер движет массу тёплого влажного воздуха над более прохладной поверхностью суши или воды. Например, тёплый влажный воздух из тропической зоны океана движется к северу над прохладными водами, и туман образуется по мере того, как воздух охлаждается. Иногда тёплый воздух перемещается от воды к более прохладному берегу, что также приводит к возникновению тумана. Адвективные туманы более устойчивы, чем приземные, и часто не рассеиваются днём.

Туман испарения – противоположность адвективному туману. Он появляется, когда прохладный воздух располагается над тёплой и влажной поверхностью, с которой происходит испарение. Из-за этого испаряющаяся влага снова конденсируется.

Два следующих вида тумана связаны с горами. Нередко тяжёлый холодный воздух оседает в горных низинах. Когда тёплый воздух под действием ветра встречает на своём пути гору, его часть соприкасается с этим воздухом низин и охлаждается. На низких участках рельефа начинается конденсация – образуется **низинный туман**.

Туман склонов возникает в ветреные дни. Когда ветер гонит тёплый влажный воздух вверх по склону, тот по мере подъёма охлаждается, и содержащийся в нём водяной пар начинает конденсироваться.

Самое туманное место на земле (не считая горных вершин) – это район Большой Ньюфаундлендской банки у северо-восточных берегов Северной Америки. Здесь сталкиваются холодное Лабрадорское течение и тёплое течение Гольфстрим. В среднем в районе банки бывает более 120 туманных дней в году.



ОСАДКИ

Дождь, дождь, уходи

урок 12



СЛОВАРЬ:

- выпадающие осадки
- морось
- ледяной дождь
- снег
- град
- образующиеся осадки
- иней
- гололёд
- засуха

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- снежный покров
- величина водозапаса



Что может падать с неба?

Мы с тобой уже говорили, что вода не остаётся в облаках навсегда. Время от времени она снова выпадает на поверхность земли в виде *атмосферных осадков*. Это случается, когда мелкие капельки воды в облаке начинают соединяться в крупные, тяжёлые. Тогда восходящий воздух больше не может их удержать.

Чаще всего вода падает на землю в виде *дождя*. Но если воздух очень холодный, она может замёрзнуть и превратиться в кристаллы. Тогда осадки выпадают в виде **снега**. Это бывает зимой. Любовался ты когда-нибудь снежинками? Их можно хорошо рассмотреть, например, на рукаве куртки, если взять лупу. Все снежинки разные, но у любой из них – шесть лучей. Иногда снег не образует снежинок, а идёт хлопьями или крупинками.

Замёрзшие осадки могут идти и в тёплое время года. Случается так, что воздух вокруг облака тёплый, но внутри его, особенно у верхушки, гораздо холоднее. Тогда тёплый воздух, поднимаясь, выталкивает капли воды (образующиеся в результате конденсации) из нижней части облака вверх. Там, на холоде, капли замерзают и снова опускаются к основанию облака. Здесь к ним прилипают новые капли.

Но тёплый окружающий облако воздух опять не даёт им упасть, снова и снова подбрасывая к верхушке. В конце концов, шарики льда становятся достаточно тяжёлыми, и поднимающийся тёплый воздух уже не в силах их удержать. Тогда эти кусочки льда – градины – падают на землю. Такой вид осадков называется **град**.

Бывают и осадки, которые не падают из облаков, а оседают на землю из очень влажного воздуха. *Роса* образуется именно так.

А если осадков долгое время нет вообще? Такое порой случается, если в данной местности надолго устанавливается жаркая безветренная погода.

ПОГОДА
И КЛИМАТ
2

АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ
1

ОБЛАКА
3

ВЕТРЫ
И БУРИ
4

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ
5

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ
6

МОРСКОЕ
ДНО
7



Из-за **засухи** – так называется это явление – может погибнуть урожай, пересохнуть реки и пруды. Поэтому люди ищут способы в случае необходимости вызывать осадки искусственно.

- ?** • Что такое атмосферные осадки?
• Какие виды осадков (хотя бы четыре) ты знаешь?
• Как образуется град?
• Чем опасна засуха?



Давай вспомним, что такое *атмосферные осадки*. Так называют воду в жидком или твёрдом состоянии, выпадающую на земную поверхность (или на какие-нибудь предметы) из облаков или осаждающуюся из воздуха.

Осадки могут быть для нас и благословением, и бедствием. В дни Всемирного Потопа ливневый дождь стал инструментом Божьего суда. Но в большинстве случаев осадки приносят пользу тем землям, над которыми они выпадают. Ведь они несут воду, необходимую для жизни всех живых существ и растений.

Какие существуют атмосферные осадки? На предыдущих уроках мы упоминали о двух их разновидностях.

Первая разновидность – *дождь*, наиболее частый вид осадков, выпадающий из облаков в виде капель. Их диаметр может быть от 0,5 мм до 6–7 мм. Если вдруг образуется капля большего размера, она в процессе падения разбивается на несколько частей.

Ещё мы говорили о *росе*; она тоже имеет форму капелек, но не падает из облаков, а *конденсируется* из насыщенного водяным паром воздуха при его охлаждении.

Таким образом, дождь и роса – это представители двух разных групп осадков: *выпадающих* и *образующихся*.

К **выпадающим осадкам** также относится **морось** – очень мелкий дождик, с диаметром капель менее 0,5 мм. В отличие от тумана, морось не висит в воздухе, а опускается на поверхность. Сухие поверхности намокают от неё медленно и равномерно. Осаждаясь на поверхность воды, морось не образует на ней расходящихся кругов.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

На всей Земле за год выпадает 520 000 кубических километров осадков (но над сушей – только $\frac{1}{5}$ от этого количества). Максимальное количество осадков выпадает на Гавайских островах (Тихий океан) – 11 684 мм в год и в Черепунджи (Индия, предгорье Гималаев) – 11 660 мм в год. Это обусловлено наличием высоких гор на пути влажных воздушных потоков.



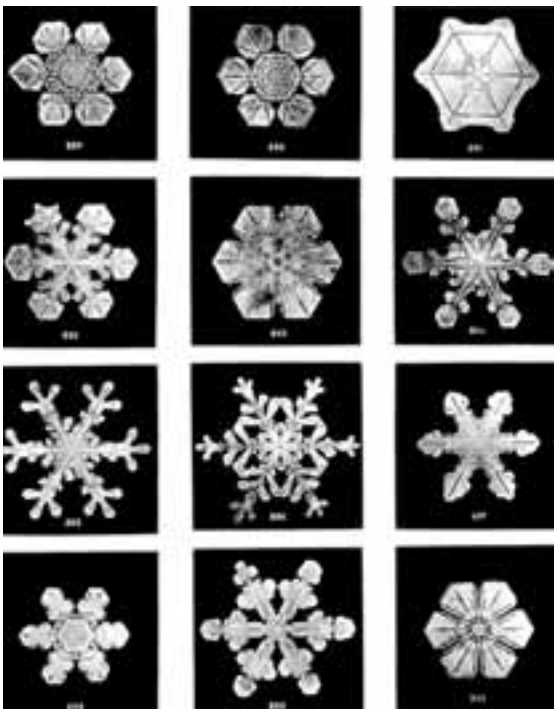
Летний дождь – это очень весело!

Иногда дождь начинает идти, когда температура воздуха вблизи земли отрицательная, то есть ниже точки замерзания воды. Тогда капли успевают замёрзнуть снаружи, но остаются жидкими внутри. Они превращаются в твёрдые прозрачные шарики льда диаметром 1–3 мм, заполненные водой. Падая на землю или предметы, шарики разбиваются на скорлупки, вода вытекает и замерзает ледяной корочкой. Такие осадки называются **ледяным дождём**.

Ещё один вид выпадающих осадков ты, конечно же, назовёшь не задумываясь. Это **снег** – твёрдые осадки в виде кристаллов (снежинок) или хлопьев. Снежинки образуются, когда микроскопические капли воды замерзают уже в облаках. Возникающие при этом кристаллики льда поначалу не превышают 0,1 мм в диаметре. Но когда они начинают падать, то сами становятся в морозном воздухе ядрами конденсации. Из-за оседающей на них и замерзающей влаги кристаллы растут. Все они получаются шестиконечными – из-за особого устройства молекулы воды. На вершинах такого шестиугольника осаждаются всё новые и новые крошечные кристаллы. Так возникают разнообразные формы очень

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Самое засушливое место на Земле – город Арика (Чили). Вот уже более шестидесяти лет среднегодовое количество осадков там не превышает 0,08 см. Эти 60 лет включают и 14-летний период, когда дождей не было вообще!



Эти фотографии сделаны зимой 1902 г. в штате Вермонт Уилсоном Бентли, получившим прозвище «Снежинка», и опубликованы в ежегодном «Сборнике ежемесячных обзоров погоды» за тот же год

красивых «звёздочек»-снежинок. В 1880 г. американец Уилсон Бентли, будучи ещё подростком, первым стал исследовать снежинки при помощи микроскопа. Он ожидал увидеть лишь кусочки льда, а обнаружил, что каждая снежинка имеет уникальную сложную форму. Бентли попытался зарисовать увиденное, но снежинки быстро таяли на предметном стекле микроскопа. Тогда Бентли решил их фотографировать. Сделать первую удачную фотографию снежинки под микроскопом ему удалось 15 января 1885 г., после множества проб и ошибок. Бентли занимался этим сорок шесть лет, сделав более 5000 уникальных снимков. С помощью его работ было доказано, что двух абсолютно одинаковых снежинок в природе не существует. Творческие возможности Создателя безграничны!

Замёрзшие (твёрдые) осадки могут выпадать не только зимой, но и в тёплые времена года – даже при температуре воздуха выше +10 °С. Это **град** – осадки в виде кусочков льда (*градин*) различной формы и размеров. Продолжительность града обычно невелика: 5–10 минут. В большинстве случаев он сопровождается сильным дождём (ливнем) и грозой.

Градины формируются, когда кристаллы льда, образовавшиеся в облаке, начинают падение, но их тут же подхватывают сильные восходящие потоки воздуха и возвращают в облако. По пути они собирают на себе ещё большее количество воды и снова устремляются к земле, но опять попадают в восходящие потоки. Так происходит несколько раз, и чем больше таких циклов – тем крупнее получаются градины. Обычно их диаметр при падении на землю составляет 2–5 мм, но изредка

Некоторые погодные условия мешают образованию правильных и красивых кристалликов снега. В таких случаях вместо снежинок снег принимает другие формы – *снежных хлопьев, ледяной или снежной крупы*.

1 АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ ДНО

отдельные градины достигают размеров голубиноного и даже куриного яйца! В исключительных случаях встречаются градины размером 13 см и массой около 1 кг.

Град среднего и большого размера может причинять значительный вред: уничтожать посевы и виноградники, разбивать окна, повреждать автомобили. Он также может быть опасен для людей и животных.

Перейдём теперь к **образующимся осадкам**.

Иней образуется так же, как и роса, но при отрицательных температурах воздуха. Конденсируясь на той или иной поверхности, влага мгновенно замерзает и образует белый кристаллический осадок.

Когда жидкие осадки падают на поверхность, имеющую отрицательную температуру, они застывают слоем плотного льда, напоминающего стекло. Такой слой может образоваться на поверхности земли, на растениях, проводах, других пред-



Большая градина

метам. Называется этот вид осадков **гололёд**. (Не путайте гололёд с гололедицей! Названия у них похожи, но это разные явления. *Гололедица* – это замёрзшая талая вода; она образуется, когда после оттепели температура снова понижается).

Гололёд очень опасен как для водителей, так и для пешеходов. Он нередко приводит к обрывам проводов и обламывает ветки деревьев. Вместе с тем гололёд может быть очень красивым. Кристаллы льда на деревьях и постройках – изумительная картина в лучах зимнего солнца.



Гололёд на ветках дерева

Метеорологи выделяют и некоторые другие виды осадков.

А что происходит, если на какой-то территории осадки долгое время не выпадают? Такой длительный (от нескольких недель до двух-трёх месяцев, а изредка – и дольше) период их отсутствия, сопровождаемый высокой для данной местности температурой воздуха, называется **засуха**. Она обычно возникает из-за образования высоко в атмосфере малоподвижного *антициклона* (помнишь, что это такое?).

Затянувшаяся засуха может привести к разрушительным последствиям. Постепенно начинают пересыхать ручьи, реки, пруды, озёра. В результате почва становится твёрдой и безжизненной, гибнет скот, засыхают, не давая урожая, растения. Возможно, голод, который во времена Иосифа на семь лет поразил Египет и соседние страны (см. Книгу Бытия 41), возник из-за чудовищной многолетней засухи.

Люди испробовали несколько способов искусственно вызывать дождь, чтобы положить конец засухам. Наиболее часто использующийся – «засевание» облаков с самолёта частицами сухого льда (замёрзшего углекислого газа) или микроскопическими кристалликами йодида серебра. Считается, что эти частички создают

в облаке дополнительное охлаждение и становятся ядрами конденсации для дождевых капель. Во многих случаях так и происходит.

Таким же способом «засевают» облака, грозящие градом – чтобы осадки излились из них раньше времени и градины не успели вырасти до размеров, способных побить урожай.

Кристаллы йодистого серебра можно доставить наверх и другим способом: выстрелив в облако из пушки специальным снарядом, содержащим внутри нужное вещество. Этим занимаются специальные противогололедные гарнизоны.

В Чили – государстве в Южной Америке, расположенном между Тихим океаном и Андами (одной из самых высоких горных гряд мира) – используют другой способ борьбы с засухами. Местные жители растянули на вершинах нескольких гор нейлоновые сети длиной 11 м и шириной 3,5 м. Когда облака проходят через эти сети, они теряют влагу. Используя этот метод, людям удаётся получать до 9 400 литров воды в день.

А что делать, если облаков долгое время вообще нет – чистое небо и солнечный зной? Французский профессор Анри Десен придумал в середине XX века устройство, которое назвал *метеотрон*. Оно создаёт мощный поток тёплого влажного воздуха, направленный вертикально вверх. К чему это может привести? Ты наверняка уже знаешь правильный ответ: к образованию облаков. К сожалению, такое «искусственное дыхание» для атмосферы обходится очень дорого: необходима одновременная работа не менее десятка мощных турбореактивных двигателей. Поэтому этот способ использовался очень редко.

Люди делают успешные попытки контролировать и изменять погоду. Но это удаётся им лишь в очень небольших пределах. Механизмы погоды, сотворённые и запущенные Богом, настолько мощны, что даже современные технологии не в силах более или менее успешно влиять на их действие.



ИЗМЕРЕНИЕ ВОДЯНЫХ КАПЕЛЬ

Уилсон Бентли, прозванный «Снежинкой» из-за своих знаменитых фотографий, интересовался не только снежными кристаллами. В начале XX века он расширил своё хобби (Бентли был фермером, а фотографией занимался в свободное время). Он стал также изучать дождевые капли, придумав способы наблюдения за ними и измерения их размеров. Исследователь обнаружил, что капли, падающие на заполненный мукой противень, образуют шарики муки, которые по размерам очень близки к размеру капель.

Бентли изучил капли, взятые из более 70 различных гроз. Он пришёл к выводу, что около 65 % капель имеют размер от 0,8 до 3,2 мм. Лишь небольшой процент капель превысил 5 мм в диаметре.

Цель: определить размер дождевой капли.

Материалы: мука, противень или сковорода, микроволновка, кухонные рукавицы, сито.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Порой осадки несут в себе не только воду. Влага, содержащаяся в воздухе, вступает в химические реакции с другими веществами. Если в воздухе присутствует много (сверх нормы) углекислого газа или серы, вода образует в соединении с ними кислоту. Так возникают *кислотные дожди*. О них ты узнаешь подробнее из пособия «Мир экосистем».

АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ
1

ПОГОДА
И КЛИМАТ
2

ОБЛАКА
3

ВЕТРЫ
И БУРИ
4

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ
5

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ
6

МОРСКОЕ
ДНО
7

Ход работы

1. Покрой дно противня или сковороды мукой слоем в 2,5 см.
2. Вынеси посуду под дождь на 3–4 секунды. Если в ближайшее время дождя не предвидится, намочи кончики пальцев в воде и побрызгай на муку в посуде; сделай так несколько раз, чтобы получить больше капель для исследования.
3. Дай каплям высохнуть. Бентли оставлял их сохнуть на несколько дней, но ты можешь поставить посуду в микроволновку на 20 минут при температуре 180 °С.
4. Достань посуду из микроволновки (**не обожгись, надень вначале плотные рукавицы!**) и дай ей остыть.
5. Просей остывшую муку через сито. Оставшиеся в нём твёрдые шарики будут «слепками» водяных капель.
6. Собрав все шарики, рассортируй их по размеру. Сделай вслед за Бентли вывод: капли какого размера встречаются чаще всего.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- На какие две группы делятся атмосферные осадки?
 - Какая разница между моросью и дождём?
 - Какую форму имеют снежинки?
 - Как образуются градины?
 - Чем отличаются ледяной снег и град?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Относится ли туман к атмосферным осадкам?
 - Насколько эффективны «засеивание» или «расстрел» облаков?



СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ

Снежный покров – это слой снега на поверхности Земли, образовавшийся в результате снегопадов. Он покрывает нашу планету неравномерно, и на многих территориях – только в зимнее время года. Полярные климатические пояса – это территории нетающих снегов и льда. По мере продвижения к экватору снежный покров дробится на отдельные белые участки, которые редеют и постепенно сходят на нет, если не считать белых цепочек снегового покрова на вершинах высоких горных гряд: Гималаев и Кавказских гор в Евразии, Скалистых гор в Северной Америке, Анд – в Южной...

Самое большое количество снега на Земле выпадает на вершины и склоны Берегового хребта в Канаде и на Аляске (США). Эти территории



открыты для влажного воздуха, приносимого ветром с Тихого океана.

Снежный покров может быть *временным* (стаивающим через несколько часов или дней после образования), *устойчивым* (сохраняющимся в течение всей зимы или с небольшими перерывами) и *постоянным* (в полярных областях и в горах).

Собственно говоря, снежный покров – это не просто скопление снежинок, а своеобразная «горная порода», образующая в холодное время года поверхностный слой земной коры. Поэтому неудивительно, что он оказывает сильное влияние на окружающую природу и жизнь человека.

Прежде всего, выпавший снег, благодаря своему белому цвету, усиленно отражает лучи Солнца. В результате поверхность, покрытая снегом, недополучает солнечной энергии. Таким образом, снег не только возникает в результате понижения температуры, но и сам способствует сохранению холодной погоды. (Перечитай, что на странице 53 в разделе «Знаете ли вы?» говорится о саморегуляции климатических процессов).

Однако, поддерживая холодный климат, снежный покров одновременно помогает сохранять тепло. Он становится «одеялом», предохраняющим почву от переохлаждения, а озимые (посеянные осенью) посевы – от вымерзания. Температура почвы под снегом оказывается значительно теплее, чем на его поверхности. Например, в Западной Сибири, где с декабря по начало марта держатся морозы до минус 30 °С, температура поверхности почвы под снежным покровом не опускается ниже минус 5–7 °С – а там, где этот покров особенно толстый, почва вообще не промерзает. Не будь снежного «одеяла», земледелие в этих краях было бы невозможно.



Иглу

Ещё снежный покров – это важнейший источник пресной воды, питающий влагой почву, реки и озёра, пополняющий подземные воды. Чтобы узнать, какие запасы воды скопились в виде снега в данной местности, измеряют две величины: *толщину* снежного покрова (с помощью рейки) и его *плотность*, уплотнённость (вычисляют отношение массы взятой пробы снега к её объёму). Затем обе величины перемножают и получают **величину водозапаса** в снежном покрове. Это позволяет не только

определять, насколько почва увлажнится талыми водами, но и прогнозировать весенние паводки.

Снег может быть и строительным материалом. Эскимосы издавна сооружают из плотных снежных блоков удобные жилища – иглу. Сейчас на Крайнем Севере начинают использовать снег и искусственно намороженный лёд при сооружении причалов и буровых платформ.

И, наконец, снежный покров – прекрасный материал для игр! Кто не играл в снежки, не лепил снеговиков, не катался на лыжах?!..

Так Господь через одно погодное явление делает нам сразу много подарков.



1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

ПЫЛЬНЫЕ БУРИ

Тридцатые годы XX века были трудными для жителей Соединённых Штатов Америки. С момента Биржевого краха в 1929 г. страна впала в глубокий экономический кризис – Великую Депрессию. Особенно тяжело было фермерам. Многие из них потеряли свои хозяйства из-за связанных с Депрессией экономических трудностей и конкуренции со стороны крупных сельскохозяйственных предприятий.

Вдобавок ко всему, над Средним Западом США на протяжении нескольких лет почти не выпадали дожди: произошла тяжелейшая засуха за всю историю страны. Все поля высохли, начались ужасные пыльные бури. Из-за их непрекращающейся череды запад США стали называть «Пыльным Котлом».

В 1931 г. засуха ударила по Техасу, западной Оклахоме, восточному Колорадо и Нью-Мехико. К этому моменту огромные пространства прерий в этих штатах были расчищены от дикорастущей травы, кустарника и немногочисленных деревьев. Фермеры распахивали поля, чтобы сеять там пшеницу. Но при длительном отсутствии дождя расчистка почвы обернулась катастрофой.

В 1932 г. на этих пространствах начались сильные ветры. Они сдували сухой слой почвы, разнося его по равнинам. Возникли «черные метели» – облака пыли и грязи, переносимые ветром на большие расстояния (вплоть до Атлантического океана).

В течение нескольких следующих лет засуха охватила все штаты на Западе и Среднем Западе США.

Анна Мария Лоу, девушка из Северной Дакоты, описала в своём дневнике, через что пришлось пройти её семье. Грязь, приносимая ветром, проникала во все части дома. После обеда семья мыла тарелки и убирала их в шкаф, но перед ужином их снова приходилось мыть. В комнатах грязи набиралось столько, что подмести её было очень трудно, семья задумывалась, не взяться ли за лопаты.

Большинство людей оставляли дома автомобили и ходили пешком или ездили



на лошадях: пыль, висевшая в воздухе, могла испортить моторы в течение нескольких минут. Дороги были покрыты таким слоем грязи, что приходилось ориентироваться по столбам в поисках правильного пути. Когда дул ветер (а дул он почти всегда), людям было трудно разглядеть местность от одного столба ограды до другого. Случалось, что путники, застигнутые бурей, теряли дорогу и погибали.

Анна Мария рассказала, как она собирала одуванчики и щавель, которыми питалась семья: больше есть было нечего. Пыль убила большинство растений.

По словам другого свидетеля, Лоренса Свобиды, пыли было так много, что она закрывала солнце. Видимость на расстоянии 15 м считалась хорошей; порой невозможно было разглядеть свою вытянутую вперед руку. Пыль забивалась в глаза даже сквозь защитные очки.

В 1932 году было зафиксировано 14 пыльных бурь. День 14 апреля 1935 года из-за того, что тучи пыли заслонили солнечный свет, получил название «Чёрное воскресенье». Зимой 1934–1935 гг. красный от пыли снег выпал даже на северо-востоке США, в Новой Англии.

Тёмные низкие пылевые облака напоминали огромную стену, движущуюся по полям. Птицы в панике спешили улететь от них, но только наиболее сильным из них удавалось спастись от надвигавшейся бури. Мелкие животные – такие, как кролики – обычно задыхались от пыли и грязи, которые нёс с собой ветер. Скот и лошади умирали от голода или грязи, которую ели вместе с травой. Но пыль отнимала жизни не только у животных. Многие люди тоже погибли из-за пыльных бурь. Среди насе-

ления прерий распространилась новая болезнь – пыльная пневмония.

Многие жители «Пыльного Котла» не могли вынести это испытание. К 1940 г. почти 2,5 миллиона человек покинули свои фермы и переехали в Калифорнию и другие штаты, преимущественно в города. Там они старались найти хоть какую-то работу.

Поначалу правительство не обращало особого внимания на проблемы фермеров, пока однажды на Вашингтон с запада не подули пыльные ветры. Когда пыль заслонила солнце, конгресс наконец-то начал действовать. В апреле 1935 г. стартовали федеральные программы по внедрению правильных способов землепользования: *травосеяния, севооборотов, контурной вспашки, создания лесополос*. Были введены ограничения на площадь возделываемой земли. Кроме того, правительство помогло фермерам материально, купив домашний скот у всех, кому грозило банкротство.

В результате принятых мер и прекращения засух с началом 1940-х гг. крупные пыльные бури прекратились – и с той поры больше не повторялись.

Десятилетие «Пыльного Котла» навсегда изменило подход к сельскому хозяйству. Современные программы и методы ведения сельского хозяйства основаны на горьком опыте, который пришлось пережить США во времена пыльных бурь.



Техника, засыпанная пыльной бурей. Южная Дакота, 1936 г.

1	АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ
2	ПОГОДА И КЛИМАТ
3	ОБЛАКА
4	ВЕТРЫ И БУРИ
5	НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ
6	ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ
7	МОРСКОЕ ДНО

урок 13

РАДУГА

Оптические явления
в атмосфере

СЛОВАРЬ:

- радуга
- отражение
- преломление (рефракция)
- дисперсия
- спектр
- вторичная радуга
- гало

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- мираж
- нижний мираж
- верхний мираж
- боковой мираж
- фата-моргана



Как возникают цвета спектра?

Приходилось тебе видеть радугу? Она обычно появляется, когда дождь уже заканчивается, тучи разошлись и выглянуло солнце. Радуге трудно не обрадоваться: это очень красивая и многоцветная дуга, словно перекинувшаяся через небо.

Ты, наверное, удивишься, узнав, из чего состоит радуга. Из воды и света! **Радуга** возникает, когда солнечный луч попадает на множество водяных капель и проходит через них. «Но ведь солнечный луч белый! Откуда же берутся цвета?» – спросишь ты. Дело в том, что свет «внутри» – разноцветный! Пройдя через дождевую каплю, он расслоился на составные части – большое количество лучиков, каждый из которых своего цвета. Все вместе эти лучики теперь составляют радужную полоску – **спектр**. Глядя на небо, ты видишь множество таких полосок (ведь дождевых капель в воздухе много). Из них и складывается разноцветная радуга-дуга.

Чтобы ты мог увидеть радугу, нужно, чтобы солнце светило на дождевые капли у тебя из-за спины. Иначе ничего не получится.

Сколько цветов в радуге? На самом деле, она состоит из большого количества оттенков. Но наш глаз выделяет из них семь основных цветов: красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый. Они всегда расположены именно в таком порядке.

Господь в Библии называет радугу Своим знаком, который Он дал всем живым существам как напоминание, что Потоп больше никогда не покроет всю Землю. Бог использует природные явления для того, чтобы сообщать нам Свою волю.



- Почему возникает радуга?
- Сколько цветов в радуге?





Обычно после дождя на небе появляется красочная арка радуги. Из чего она состоит? Из воды и света. **Радуга** – это атмосферное *оптическое* явление, наблюдаемое, когда луч света попадает на множество водяных капель, отражается и преломляется в них. Слово «оптическое» как раз и означает, что данное явления связано со светом и его свойствами. Чаще всего в роли источника света выступает Солнце (хотя бывает и лунная радуга); а капли в воздухе обычно обеспечивают дождь или туман.

Как правило, радуга видна в самом конце дождя, когда тучи расходятся. Но если дождик идёт из небольшого облака, не закрывающего солнце, радугой можно любоваться на всём его протяжении. Такой дождь иногда называют «слепым».

Радуга имеет форму дуги или даже окружности (если смотреть на неё с горы или с самолёта). Наш глаз различает в ней семь цветов, не считая множества оттенков между ними: это (начиная от наружного края радужной полосы) красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый. Порядок цветов всегда остаётся неизменным.



Многие художники-пейзажисты изображали радугу на своих картинах

наться не только в вакууме и воздухе, но и в других прозрачных для света веществах: например, в воде, масле, стекле. Но когда луч света попадает из одного вещества в другое (говоря научным языком, из одной среды в другую), он изменяет своё направление. Однако это происходит не так, как в зеркале: оно непрозрачно для света, и лучи, попав на него, возвращаются в ту же среду (воздух), откуда пришли. Прозрачные же вещества не отражают свет, а пропускают его через себя. Но свой дальнейший путь луч, пересёкший границу между двумя средами, про-

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Чтобы правильно запомнить порядок цветов в радуге, можно воспользоваться специальными фразами. Самая известная из них: «**Каждый охотник желает знать, где сидит фазан**». В этой фразе семь слов, и каждое начинается с той же буквы, что и основные цвета спектра. Существуют и другие фразы, например: «**Крот овце, жирафу, зайке голубые сшил фуфайки**». Сможешь придумать свою такую же фразу?

Как мы уже сказали, возникает радуга в результате *отражения* и *преломления* лучей света в каплях воды. Что такое отражение, тебе хорошо известно. Ты же смотришься в зеркало? Лучи света, упав на его гладкую поверхность, не проходят сквозь неё, а изменяют направление и возвращаются к тебе, создавая перед тобой изображение – зеркальное отражение тебя самого и комнаты, в которой ты находишься. Таким образом, **отражение** – это отбрасывание света какой-либо поверхностью обратно (хотя вовсе не обязательно в том же самом направлении, откуда лучи пришли).

Давай теперь разберёмся, что такое преломление. Дело в том, что лучи света могут распростра-



Отражение в зеркале

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



должает уже несколько в другом направлении, под другим углом. Это изменение направления луча света на границе двух прозрачных веществ (сред) и называется **преломлением**, или **рефракцией**.

Из-за преломления света возникает интересный зрительный эффект: карандаш или соломинка, опущенные в стакан с водой, начинают казаться надломленными в точке погружения (а то и вовсе кажется, что под водой у соломинки не одно, а сразу два продолжения). Объясняется это тем, что лучи света идут от предмета в наш глаз не под одним и тем же углом, а под двумя разными: от «надводной» и «подводной» его частей. Когда глаз соединяет эти два изображения в одно целое, оно получается «надломленным» — хотя на самом деле никто ни карандаш, ни соломинку не ломал и не сгибал.



Преломление света в стакане

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

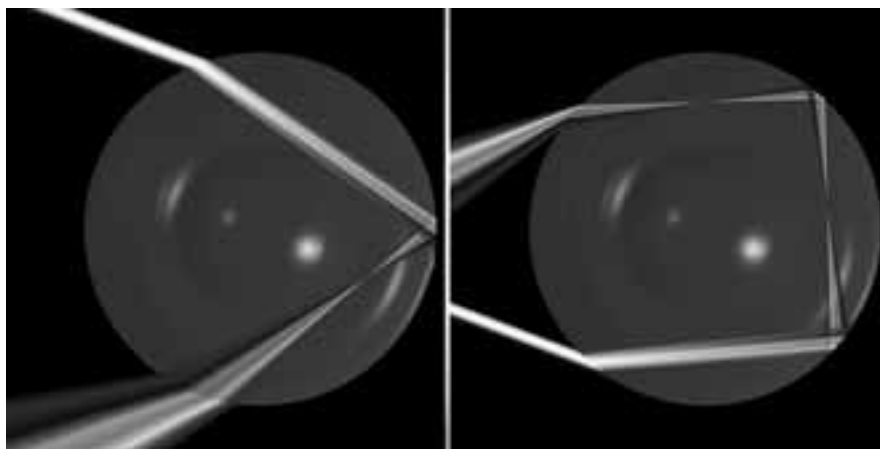
Световые лучи — это электромагнитные волны. Воспринятые глазом и обработанные мозгом, они создают в сознании красочную картину мира. Вообще говоря, в природе никаких красок не существует, есть только волны разной длины. Видимые нами цвета — это измененная глазом и истолкованная мозгом энергия световых волн.

Тот же оптический эффект ты можешь обнаружить, когда летомходишь в реку или в море. Если ты опустишь глаза вниз, то заметишь, что твои ноги, оказавшиеся под водой, выглядят как-то странно: они стали короче и немного изогнулись. Не надо пугаться: на самом деле с ногами всё в порядке. То, что ты видишь — это результат преломления света на границе воздуха и воды.

Капелька воды частично отражает упавшие на неё лучи света, а частично их преломляет. Вот здесь-то и происходит самое интересное. Белый луч света на самом деле является смесью множества излучений, у каждого из которых — свои особые физические свойства (своя длина волны) и, соответственно, свой цвет. Причём лучи разного

цвета преломляются под разными углами. Поэтому, входя в каплю воды, белый луч внутри неё распадается на разноцветные лучики. Выходя из капли наружу, они ещё раз преломляются, ещё сильнее изменяют свои направления. В результате мы видим множество сливающихся в радужную полоску разноцветных лучиков. Такое различное преломление лучей в зависимости от длины их волны (а следовательно, и от их цвета), называется **дисперсией**, а получившаяся полоса из цветных лучей, составлявших ранее белый луч, носит название **спектр**.

Сильнее всего в результате дис-



Слева: преломление света в капле воды, приводящее к появлению радуги
Справа: при таком преломлении возникает вторичная радуга



персии отклоняются лучи фиолетового цвета, слабее всего – красного. Именно углы преломления лучей каждого цвета определяют постоянный порядок цветов в радуге.

Если ты в этом разобрался, всё остальное понять очень просто. Разноцветные лучи, вышедшие из множества капель воды, попадают в твой глаз – и ты видишь радугу, появившуюся в воздухе, словно из ничего. Но для этого необходимо ещё одно условие. Источник света должен быть у тебя за спиной – то есть ты должен стоять между солнцем и капельками дождя или тумана. Ведь если солнце будет впереди, то его лучи, преломившись в капельках, развернутся не в твою сторону, а от тебя – и никакой радуги ты не увидишь.

В каждый следующий момент радуга образуется преломлением солнечных лучей в новых и новых каплях. Место упавшей дождевой капли занимает другая, она успевает послать свои цветные лучи в радугу и уступает место следующим. Для каждого радуга состоит из тех лучей, которые дошли до его глаз. Два человека, стоящие рядом, видят каждый свою радугу!

Иногда можно увидеть ещё одну, менее яркую радугу вокруг первой. Это **вторичная радуга**, которая образована светом, отражённым в каплях *два раза*. У вторичной радуги – «перевернутый» порядок цветов: снаружи находится фиолетовый, а внутри – красный. На заглавной фотографии этого урока видны две радуги: обыкновенная и вторичная.

Ты можешь увидеть радугу также над морским прибоем, над водопадом или даже в струях городского фонтана – везде, где выполняются два условия её появления: наличие капель воды в воздухе и свет, идущий из-за твоей спины.

Радуга, возникающая в тумане, на который падают солнечные лучи, обычно очень слабо окрашена, почти белая. Причина этого в очень маленьком размере капелек воды, которые не обеспечивают дисперсию, заметную человеческому глазу.

В яркую лунную ночь после дождя иногда можно наблюдать радугу, возникающую от лунного света. Но наши глаза почти не различают цвета в темноте, поэтому такая радуга покажется нам белёсой.

Радуга – не единственное оптическое явление, возникающее в атмосфере. Иногда вокруг солнца или луны появляется **гало** – светящееся кольцо, белое или радужное. Причиной его возникновения являются ледяные кристаллы в перистых облаках. Они не только преломляют свет, но и многократно отражают его своими гранями. Множество маленьких солнечных отражений сливается в один светлый ореол. Иногда часть солнечного гало ошибочно принимают за перевернутую радугу.

Кроме кольца гало может принимать и другие формы: *солнечного столба* (вертикальной полосы света во время заката или восхода) или даже *ложного солнца* (яркого пятна на уровне настоящего светила).

Радуга, возникающая в небе, среди тающих дождевых облаков, особо примечательна тем, что Бог обратил на неё внимание Ноя после окончания Всемирного Потопа: *«Вот знак завета, который Я заключаю между Мной и вами и каждым живым существом, которое с вами, на все грядущие поколения. Я ставлю в облаках Мою радугу, и она будет знаком завета между Мной и землёй. Когда бы Я ни навел облака на землю, в облаках появится*



Гало с ложным солнцем

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



радуга, и Я вспомню Мой завет между Мной и вами и каждым живым существом; никогда впредь воды не прольются потопом, чтобы погубить всё живое...» (Книга Бытия 9:12–16)

Эти слова Господа, возможно, подтверждают, что люди до Потопа никогда не видели радугу – а значит, дождей в до-потопном мире не было. Кроме того, мы видим, что Богу для того, чтобы послать нам знак, вовсе не обязательно совершать невероятное чудо. Он может сделать это, используя природные явления.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Иногда в морозную погоду гало образуется кристалликами льда непосредственно над земной поверхностью. Тогда его можно видеть вокруг горящих уличных фонарей и других источников света.



РАДУГА НА ПОТОЛКЕ

Цель: увидеть радугу, не выходя из комнаты.

Необходимые материалы: таз, вода, полиэтиленовый коврик или клеёнка, зеркальце на подставке, настольная лампа.

Ход работы

1. Выбери момент, когда в окно светит солнце.
2. Набери полный таз воды.
3. Постели на стол, освещённый солнцем, полиэтиленовый коврик и поставь на него таз.
4. Опусти в таз зеркальце на подставке.
5. Наклоняй и поворачивай зеркальце, чтобы поймать в него солнечный свет.

Постарайся не очень облиться!

Вывод

Когда зеркало поймает луч света, на стене или на потолке появится радуга. Это произойдёт в результате преломления луча в воде и его отражения от зеркала.

Этот опыт можно провести и вечером, в затемнённой комнате: тогда источником света будет служить настольная лампа, направленная в сторону таза.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- Какие основные цвета составляют радугу?
- Что происходит со светом на границе между двумя прозрачными веществами?
- Как возникает спектр?
- Какие два условия необходимы для появления радуги?
- Как Бог даёт нам знаки, используя природные явления?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- Почему радуга имеет полукруглую (или круглую) форму?
- Почему увидеть радугу утром можно, лишь если дождь идёт к западу от тебя?
- Почему гало видно при взгляде в сторону солнца (или луны), а радуга – только если солнце находится за спиной?



МИРАЖИ

Ещё одним интересным атмосферным оптическим явлением является **мираж**. Так называется преломление света на границе между слоями воздуха, у которых разная плотность. Из-за этого рядом с каким-нибудь отдалённым предметом (или участком неба) можно увидеть его изображение, часто увеличенное в размерах.

Многие люди считают, что мираж можно увидеть только в пустыне. Но это не так. Например, в жаркий солнечный день над поверхностью асфальтированной дороги можно увидеть **нижний мираж**: на асфальте появляется мнимое изображение неба. Оно создаёт иллюзию воды на поверхности шоссе. Этот мираж

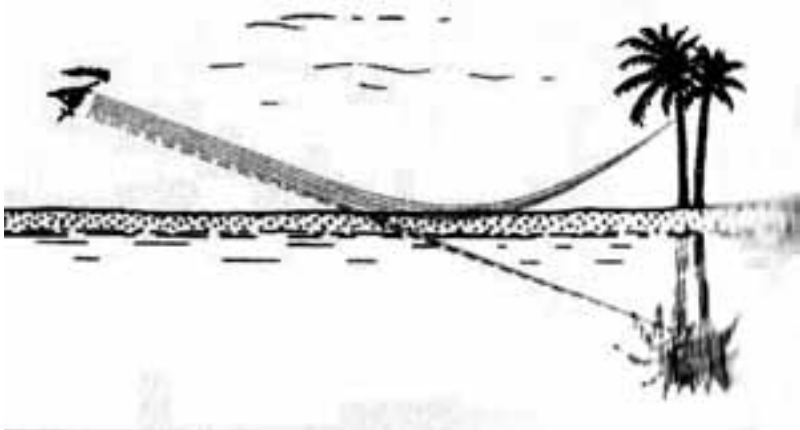


Схема возникновения нижнего миража



Мираж над асфальтированной дорогой

и приполярных регионах – особенно на больших ровных льдинах. Можно их наблюдать и в умеренных широтах, хотя там они получаются менее чёткими. Верхний мираж может быть прямым или перевернутым, в зависимости от расстояния до подлинного объекта и величины перепада температур.

Верхние миражи могут производить поразительный эффект. Преломленные лучи света позволяют, по сути, заглянуть за горизонт – и в результате становятся видны мнимые изображения предметов (например, кораблей или высоких зданий), находящихся на очень большом удалении. Причём они могут казаться больше своего натурального размера и нередко – припод-

возникает на границе основного воздушного слоя и сильно разогретой прослойки воздуха, прикасающейся к раскалённому асфальту. Лучи света преломляются и попадают к нам в глаза. В результате изображение фрагмента неба (а иногда и предмета на горизонте в перевернутом виде) проецируется для нас на асфальт.

В пустынях тот же эффект возникает из-за нагретого солнечными лучами песка. Многих путешественников ждало разочарование: заведя в пустыне долгожданное озеро, они устремились к нему – но не находили ничего, кроме песчаных барханов.

Если поверхность земли, напротив, холодная, а над ней расположен тёплый воздух, может возникнуть **верхний мираж**. Такие миражи встречаются, прежде всего, в полярном поясе



Мираж (зеркальная гладь воды) в Аравийской пустыне

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

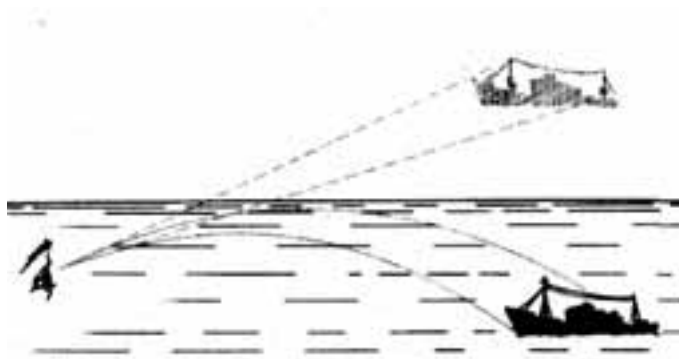
6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



нятыми над землёй, как бы парящими в небе. Подобные миражи породили немало преданий.

А вот о **боковых миражах** знает очень мало людей. Они возникают в знойные дни возле высокой нагретой стены, если воздух рядом с ней оказывается существенно прохладнее. Тогда можно заметить, что стена, даже бетонная и неровная, начинает сверкать, словно полированная, и в ней отра-



Так возникает верхний мираж



За горизонтом движется корабль. Его мнимое изображение над горизонтом кажется гигантским

жаются небо, почва, растущие вблизи деревья, очертания местности. Разумеется, всё это тоже только мнимые изображения.

Иногда в нижнем слое атмосферы образуется не один перепад температур, а несколько. В результате лучи света могут преломляться несколько раз и в различных сочетаниях. При таких условиях можно увидеть очень редкое и прекрасное зрелище – **фата-моргану**. Она состоит из нескольких миражей, которые накладываются друг на друга. Возникают сложные причудливые изображения, порой напоминающие крепостные стены или замки. Они быстро меняются – поскольку меняется соотношение температур между различными участками воздуха. Возникает ощущение, что вдали сами собой вырастают города и горные хребты, которые тут же приобретают новые формы, рушатся, сменяются новыми.

При всей своей иллюзорности миражи – это составная часть явлений, происходящих в земной атмосфере. Они подчиняются природным законам, вложенным в Творение Богом.



А этот корабль виден летящим в воздухе

часть 4 ВЕТРЫ И БУРИ

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Формирование погоды при движении воздушных масс
- Природа ветра
- Образование гроз
- Атмосферное электричество
- Атмосферные вихри

ТЕМЫ УРОКОВ

урок 14. ВОЗДУШНЫЕ МАССЫ	90
урок 15. ВЕТЕР	95
урок 16. ГРОЗЫ	101
урок 17. ТОРНАДО	110
урок 18. ЦИКЛОНЫ	117
урок 19. СИЛА УРАГАНОВ.....	124



урок 14

ВОЗДУШНЫЕ
МАССЫ

Движение масс



СЛОВАРЬ:

- воздушные массы
- континентальная воздушная масса
- морская воздушная масса
- трансформация
- атмосферный фронт
- тёплый фронт
- холодный фронт
- фронт окклюзии
- неподвижный фронт

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- фён



Наступление по всему фронту

Воздух в атмосфере не стоит неподвижно. Он перемещается с места на место над всем земным шаром. Тот воздух, который сейчас находится за твоим окном, вчера мог быть где-то далеко.

Если над большим участком земной поверхности воздух некоторое время пребывает без движения, он становится одинаковой температуры и влажности. Так образуются **воздушные массы**. Они могут быть тёплыми или холодными, сухими или влажными – в зависимости от того, где формируются.

Постепенно ветер начинает перемещать воздушную массу в другое место. Тогда между ними начинается взаимодействие.

Когда две воздушные массы, тёплая и холодная, соприкасаются, между ними образуется граница. Она называется погодным **атмосферным фронтом**. Холодная воздушная масса вытесняет тёплую вверх. Поэтому фронт располагается под углом к поверхности Земли.

В зоне атмосферного фронта обычно возникают облака, выпадают осадки, становится ветрено.

Метеорологи следят за перемещением воздушных масс и погодных фронтов, чтобы предсказать, какой будет погода

в следующие несколько дней.



- Как называется большое количество воздуха с одинаковой температурой и влажностью?
- Что такое атмосферный фронт?
- Какая погода часто бывает в зоне атмосферного фронта?





Ты уже немало знаешь о погоде. Тебе известно, что различные воздушные участки отличаются друг от друга. Они могут быть сухими или влажными, тёплыми или холодными. Огромные объёмы воздуха, имеющего одинаковую температуру, влажность, прозрачность и другие свойства, называются **воздушными массами**. Такая масса движется как одно целое. Её горизонтальные размеры достигают нескольких сотен или тысячи километров, а вертикальные – 5 км и выше.

Воздушная масса формируется над большими однородными участками земной поверхности, равномерно освещаемыми солнцем. Если она холоднее той части поверхности, над которой образовалась, её называют *холодной воздушной массой*. А если она теплее поверхности? Разумеется, тогда она получает название *тёплой воздушной массы*.

Над экватором формируются тёплые *экваториальные* воздушные массы; возле тропиков и в субтропическом климатическом поясе – *тропические*, в районе полюсов образуются холодные *полярные* воздушные массы. По географическому признаку выделяют ещё один вид воздушных масс. Если ты вспомнишь названия климатических поясов, то сразу догадаешься, как они называются: *умеренные*.

Кроме того, воздушные массы, которые сформировались над сушей, называют **континентальными**, а образовавшиеся над водой – **морскими**.

Таким образом, воздушная масса, формирующаяся над Северным Ледовитым океаном, за полярным кругом, будет называться *морской полярной* воздушной массой; а воздушная масса, возникшая над бразильским дождевым лесом, – *континентальной тропической* воздушной массой.

Погода внутри воздушной массы стабильна. Поскольку в ней всё же существуют небольшие колебания температуры, а на поверхности воздух встречает различные препятствия, внутри воздушной массы тоже могут дуть ветры. Но они достаточно слабые.



Погодные фронты часто проявляются в виде живописных облаков

Все воздушные массы связаны между собой и влияют друг на друга. Они не остаются неподвижными, а удаляются от области своего формирования, находясь в процессе постоянного перемещения. Тёплые воздушные массы несут с собой потепление, а холодные вызывают понижение температуры на той территории, над которой движутся.

Перемещаясь в другие географические районы, воздушные массы под влиянием местных условий постепенно меняют свои свойства, прежде всего температуру и влажность, – то есть превращаются в воздушные массы другого типа. Такой процесс называется **трансформацией**. Например, морской умеренный воздух, оказавшись в глубине континентов, зимой охлаждается, а летом нагревается и всегда иссушается, превращаясь в континентальный умеренный воздух.

Соприкасаясь, воздушные массы обычно не смешиваются. Ведь в тёплых воздушных массах атмосферное давление ниже, чем в холодных (вспомни, почему). Поэтому при соприкосновении более холодная воздушная масса смещается под более тёплую. Переходная зона, возникающая на границе разных по свойствам

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

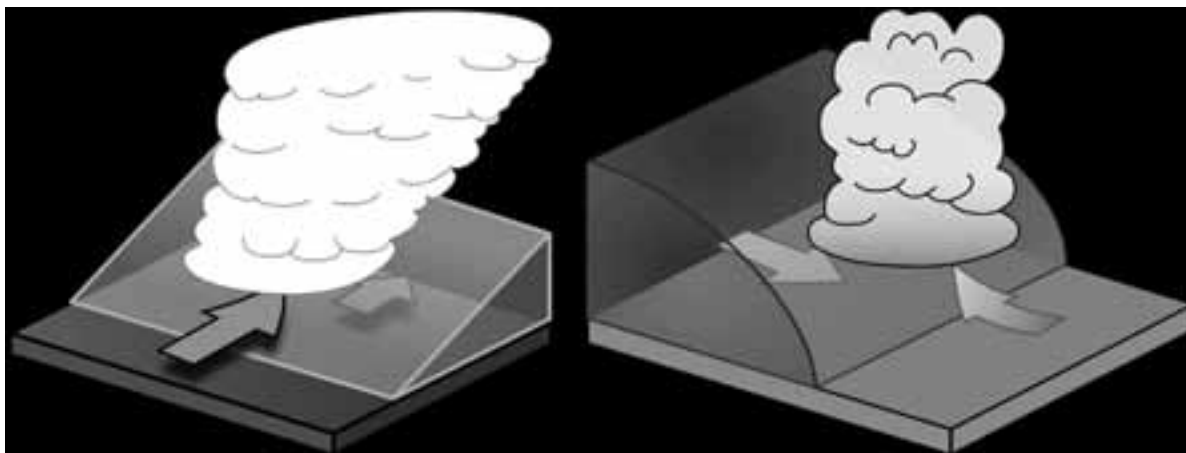
6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



воздушных масс и разделяющая их, называется **атмосферным фронтом**. Это очень узкая по сравнению с воздушными массами, которые она разделяет, полоса – не более нескольких километров шириной. Поэтому на синоптических картах фронты изображают в виде линии. Понятно, что вместе с движением воздушных масс движутся и фронты между ними.

На атмосферных фронтах всегда происходит смена температуры, облачности, давления воздуха, дует ветер – то есть, меняется погода. Характер этих изменений зависит от вида фронта.



Образование тёплого (слева) и холодного (справа) фронтов

Тёплый фронт образуется, когда тёплая воздушная масса перемещается в сторону более холодной. Тёплый воздух натекает на холодный, как на клин, и начинает скользить вверх вдоль этого клина, в то же время отталкивая и сдвигая его. Продвижение тёплого воздуха можно заметить, наблюдая за облаками, которые образуются на линии атмосферного фронта. На переднем крае тёплого фронта облака образуются высоко, а чем дальше – опускаются ниже и становятся более плотными. На самом дальнем краю тёплого фронта (там, где тёплый воздух впервые соприкасается с холодным) обычно выпадают затяжные осадки. Воздух у поверхности Земли понемногу теплеет.

Холодный фронт перемещается в сторону тёплого воздуха. Наступающая холодная воздушная масса вклинивается под более тёплую и оттесняет её вверх. Из-за быстрого подъёма тёплого воздуха происходит обильная конденсация. В результате выпадает много осадков, после чего устанавливается ясная погода. Наступает быстрое похолодание.

Бывает и так, что холодный фронт «догоняет» движущийся впереди тёплый фронт и смыкается с ним; при этом тёплая воздушная масса оказывается в ловушке между двумя холодными воздушными массами и не соприкасается с землёй. Такой фронт называется **фронт окклюзии**. Он возникает в процессе развития *циклона* (об этом атмосферном явлении мы поговорим немного позже). С фронтом окклюзии связаны сильные осадки, в летнее время – ливни и грозы.

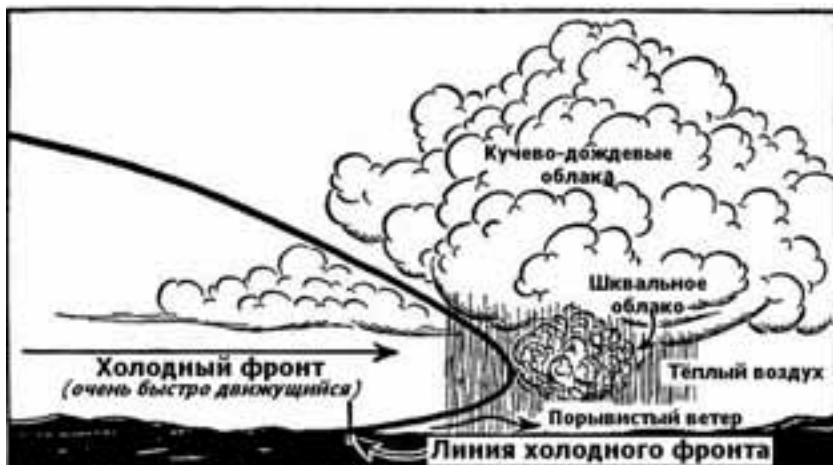
ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Холодные фронты обычно движутся гораздо быстрее тёплых.

Наконец, **неподвижный фронт** возникает, когда обе воздушные массы не движутся, а просто располагаются одна над другой.

Атмосферные фронты – это зоны значительных изменений температуры и влажности воздуха, а также направлений ветров. Свойственные для них восходящие воздушные потоки





вызывают образование облаков и выпадение осадков (если только воздух вдоль фронта не сухой).

Отслеживание перемещений воздушных масс и погодных фронтов – очень важный вид деятельности метеорологов при прогнозировании погоды.



НА ЧТО СПОСОБНО АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Воздушные массы различаются не только температурой и влажностью, но и атмосферным давлением. Обычно в тёплых воздушных массах атмосферное давление ниже, чем в холодных. Так как большая часть погодных изменений возникает вдоль фронтов, наблюдение за атмосферным давлением позволяет метеорологам отслеживать их передвижение, а следовательно – и прогнозировать погоду.

На 3-м уроке ты уже ставил несколько опытов, позволяющих обнаружить силу атмосферного давления. Давай проведём ещё один эффектный эксперимент. **Проделай его в присутствии родителей!**

Цель: с помощью атмосферного давления поместить варёное яйцо в стеклянную бутылку.

Материалы: сваренное вкрутую куриное яйцо, стеклянная бутылка с широким горлышком (но меньшим, чем диаметр яйца), спички, лист бумаги.

Ход работы

1. Очисти варёное яйцо.
2. Скомкай и брось внутрь бутылки лист бумаги.
3. Зажги спичку и брось её внутрь бутылки, чтобы бумага загорелась. **(Будь очень осторожен!)**
4. Помести яйцо сверху на горлышко бутылки. Что произойдёт?



Вывод

При нагревании воздух расширяется. Когда в бутылке оказывается горящая бумага, воздух в ней становится более объёмным. Часть воздуха выходит наружу через щель между яйцом и горлышком. Количество воздуха в бутылке уменьшается, становится меньше и его давление (изначально оно было равно атмосферному). Поэтому атмосферное давление, как более сильное, проталкивает яйцо внутрь бутылки.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Что такое воздушная масса?
 - Как формируются воздушные массы?
 - Как различается атмосферное давление внутри холодных и тёплых воздушных масс?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Почему большинство погодных изменений происходит вдоль погодных фронтов?



ГОРЫ ВСТАЮТ У НЕГО НА ПУТИ...

На пути движения атмосферного фронта может оказаться гора или горная гряда. Такие препятствия влияют на перемещение фронта: они деформируют его линию, изменяют сопутствующие ему погодные явления и вызывают появление новых.

Подойдя к горному препятствию, фронт не обтекает его с боков, а начинает переваливать через него, потому что для этого требуется меньше энергии.

Все виды фронтов, встречаясь с горными препятствиями, оставляют много влаги на наветренной стороне хребта: здесь происходит активное образование облаков, выпадение осадков, образуется туман. Особенно сильны эти процессы, если к гряде подошёл холодный фронт: тогда постоянное восходящее движение тёплого воздуха по склонам оказывается «зажатым» между клином холодного воздуха и хребтом. Усиливается в этом случае и ветер, дующий перед фронтом.

Пересекая горный хребет, фронт частично разрушается, его линия становится извилистой. Воздух, охладившийся при движении по наветренному склону, начи-



Фёновый эффект

нает стекать вниз по подветренному склону и нагреваться. В опускающемся воздухе влажность быстро уменьшается. Возникает **фён** – тёплый и сухой ветер, дующий с гор по склону в долину. При этом из-за пониженной влажности облака обычно рассеиваются и осадки прекращаются.

Когда горы остаются позади, облачная система фронта снова восстанавливается.

ВЕТЕР

Придерживайте шляпы!

урок 15



СЛОВАРЬ:

- устойчивые ветры
- пассаты
- штиль
- западные ветры умеренных широт
- ветры полярных районов
- местные ветры
- морской (дневной) бриз
- береговой (ночной) бриз
- кратковременные ветры
- порыв
- шквал
- роза ветров

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- высотные струйные течения

Что заставляет ветер дуть?



Ветер – это поток воздуха, который в основном движется горизонтально. Без него любые погодные изменения были бы невозможны. Именно ветер перегоняет воздушные массы из одной части света в другую, приносит с собой осадки. Но что заставляет ветер дуть?

Солнечные лучи нагревают Землю неравномерно: одни места получают больше тепла другие – меньше. Как ты знаешь, внутри тёплого воздуха атмосферное давление меньше, чем внутри холодного. Поэтому под действием этого давления воздух перемещается от холодных областей к тёплым. Это движение мы и называем ветром.

Можно сказать, что главная причина возникновения ветра – это Солнце, греющее земную поверхность.

Существуют ветры, которые дуют постоянно или значительную часть времени, не меняясь. Например, в области тропического климата круглый год дуют **пассаты**: севернее экватора – с северо-востока, а южнее – с юго-востока. Это происходит из-за постоянного нагревания воздуха на экваторе.

Ещё направление ветров зависит от особенностей местности. На морском берегу за сутки сменяют друг друга два разных ветра. Днём прохладный воздух движется от воды к прогретому солнечными лучами берегу, и возникает **морской бриз**. А после захода солнца земля быстро остывает, и холодный воздух устремляется от неё к более тёплому морю: начинает дуть **береговой бриз**.

Бывают периоды, когда ветер в какой-нибудь местности полностью прекращается. Такое безветрие называется **штиль**.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО





- Что такое ветер?
- Важен ли ветер для погодных изменений?
- Что заставляет ветер дуть?
- Ветер перемещается от холодных областей к тёплым, или наоборот?
- Как образуются морской и береговой бризы?



Вспомни, пожалуйста, научное определение *вѣтра*. Это воздушный поток, который движется преимущественно в горизонтальном направлении. Ветер – один из самых важных элементов формирования погоды. Он перемещает в атмосфере воздушные массы, доставляет осадки во все районы планеты, регулирует температуру в разных частях Земли.

Ветер возникает в результате неравномерного распределения атмосферного давления: он всегда движется от области с высоким давлением к области, где давление ниже. Но атмосферное давление в каждой точке атмосферы – величина не постоянная. Оно может расти или падать, а сама воздушная масса с более или менее постоянным давлением перемещается в пространстве. Поэтому скорость и направление ветра в любой момент могут измениться.

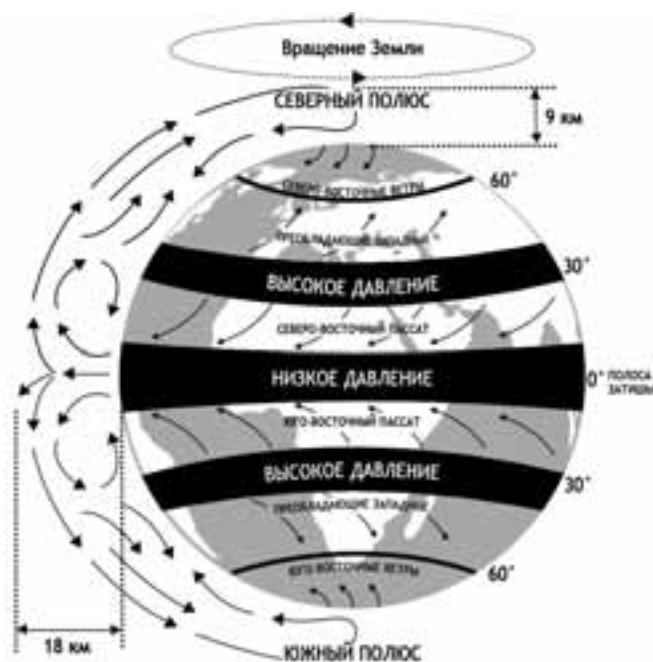
Разница в атмосферном давлении возникает, как ты помнишь, из-за того, что различные участки земной поверхности получают разное количество энергии Солнца. Солнечное тепло – вот основная причина движения воздуха, а значит, и ветров.

Кроме того, на направление и скорость большинства ветров влияет вращение Земли вокруг своей оси. Наша планета вращается с запада на восток. Чем ближе какая-либо точка земного шара лежит к экватору, тем больший круг она описывает в сутки, и, следовательно, тем большую скорость приобретает. Поэтому ветры, дующие из более высоких широт в сторону экватора, начинают постепенно отклоняться к западу (они отстают от всё более быстрого движения земной поверхности под ними).

Все ветры можно разделить на три группы: *устойчивые*, *местные* и *кратковременные*.

Устойчивые ветры дуют преимущественно в одном направлении на конкретных территориях. Условия, которые вызывают их возникновение, не изменяются, что и приводит к постоянству этих воздушных потоков.

Между тропиками круглый год дуют ветры, получившие название **пассаты**. Они возникают из-за того, что воздух в экваториальной области независимо от времени года нагревается под прямыми солнечными лучами и поднимается вверх. Одновременно на освободившееся внизу место устремляются новые, более холодные потоки воздуха с севера и с юга. Это и есть пассаты. Вращение Земли откло-



Упрощённая схема устойчивых ветров

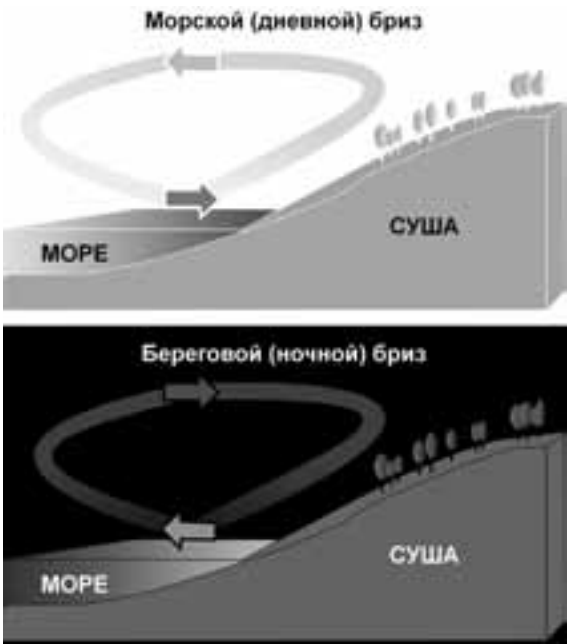
няет направление их движения на запад. Поэтому в Северном полушарии пассаты дуют не с севера, а с северо-востока, а в Южном полушарии – с юго-востока. Полоса пассатов простирается между 30° северной широты и 30° южной широты.

Вблизи от экватора разница в скоростях точек земной поверхности становится незначительной. Потому в полосе между 10° северной широты и 10° южной широты северо-восточный пассат принимает почти северное направление, а юго-восточный пассат – почти южное. Встречаясь, они взаимно «гасят» друг друга. Поэтому на экваторе между двумя пассатами возникает полоса, где царит безветрие – **штиль**.

Постоянное движение пассатов перемешивает воздушные массы Земли в очень больших масштабах: например, пассаты, дующие над Атлантическим океаном, способны переносить пыль из африканских пустынь в Северную Америку.

А что происходит с поднимающимися вверх тёплыми экваториальными воздушными массами? Приходящие на их место пассаты, в свою очередь, отталкивают их в направлении полюсов. На этом пути вращение Земли отклоняет их к востоку (подумай и объясни, почему так происходит). Поэтому сверху, над пассатами, дуют **противопассаты** (или **верхние пассаты**): в Северном полушарии – юго-западный, в Южном – северо-западный. Достигнув 30-й параллели, эти верхние слои воздуха опускаются к земной поверхности. Часть их возвращается к экватору в виде пассата, а другая часть «течёт» в более высокие широты, порождая устойчивые **западные ветры умеренных широт**. Эти ветры играют важную роль в образовании океанических течений, переносящих тёплые экваториальные воды к западным берегам континентов, особенно в Южном полушарии. Сильные западные ветры умеренного пояса, дующие между 40 и 50° южной широты и вызывающие частые штормы, получили у моряков название «ревушие сороковые».

В полярных поясах воздух из-за малого количества солнечного тепла охлаждается и опускается вниз, образуя районы высокого давления и выталкивая приполярный воздух в направлении более низких широт. Этот воздух, как и в тропиках, под влиянием земного вращения отклоняется на запад, образуя **ветры полярных районов** – северо-восточные в Северном полушарии и юго-восточные в Южном. Эти ветры обычно слабее и менее регулярные, чем западные ветры умеренных широт.



Возникновение дневного и ночного бризов

Ещё об одном виде устойчивых ветров ты узнал на 5-м уроке: это **муссоны**. Они свойственны тропическим областям и некоторым приморским территориям умеренного пояса (Дальний Восток и другие). Муссоны периодически меняют своё направление: летом дуют с океана, зимой – с суши.

Местные ветры не имеют такого глобального характера, как устойчивые. Они являются преобладающими в той или иной местности и зависят от её особенностей. Например, как мы уже не раз говорили, большое влияние на направление и скорость ветра оказывают горы, играющие роль барьера на его пути.

На побережье морей и больших озёр дует ветер, направление которого меняется дважды в сутки. Днём воздух над разогретым солнечными лучами бере-

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



гом поднимается вверх, заставляя более прохладный воздух над водой двигаться к суше. Возникающий ветер называется **морским**, или **дневным бризом**. Он немного понижает температуру воздуха и делает его более влажным. После захода солнца теплее становится воздух над водой; следовательно, он обладает меньшим атмосферным давлением. Ветер начинает дуть от суши к воде – возникает **береговой (ночной) бриз**.

Скорость бриза невелика: от 1 до 5 м/с. Он затрагивает области побережья и моря шириной 10–50 км.

Существует множество местных ветров. Как правило, они имеют собственные названия. Например, сильный засушливый южный или юго-западный ветер, дующий из африканских пустынь к Средиземному морю, в Израиле называется *хамсин*. Этот же ветер доходит до Италии, впитав в себя средиземноморскую влагу и став более мягким. Здесь он носит название *сирокко*. На озере Байкал в южной части Восточной Сибири вследствие различного прогрева воды и суши, а также сложного расположения горных хребтов с крутыми склонами и глубокими долинами, дуют целых 5 местных ветров. Самый сильный из них – тёплый северо-восточный *баргузин*.

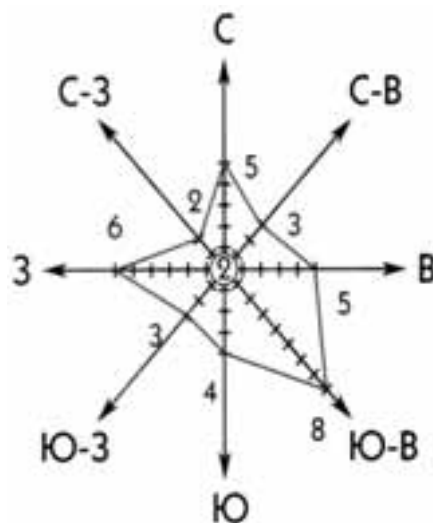
Кратковременные ветры не являются регулярными. Они возникают в зависимости от меняющейся ситуации, прежде всего – от движения атмосферных фронтов. Так, в частности, образуются *грозовые бури* и *циклоны*. О них мы поговорим дальше.

Метеорологи классифицируют ветры не только по их направлению, но и по силе и продолжительности. Например, очень кратковременное (несколько секунд) и сильное перемещение воздуха называется **порывом**. Сильный ветер продолжительностью около минуты именуется **шквал**.

Чтобы определить, какие ветры являются в данной местности преобладающими (господствующими), исследователи составляют специальный график – **розу ветров**. Сначала в виде лучей, выходящих из центральной точки, изображаются восемь направлений: четыре стороны света и четыре промежуточных. Затем точками на эти лучи наносят количество дней за прошедший месяц, когда преобладал ветер данного направления. Крайние точки соединяют между собой. Получившаяся фигура позволяет наглядно увидеть, какие ветры были самыми частыми. Розу ветров можно составить не только на месяц, но и на год, и на любой другой период времени.

Ветер активно влияет на погоду и климат тем, что способен переносить большие количества пыли и песка и откладывать их в новых районах (вспомни, как это происходило в США в период «Пыльного Котла»). Он также является главной причиной *эрозии* – постепенного разрушения горных пород.

Энергия, с которой дуют все ветры на нашей планете, – колоссальна. Люди стараются научиться использовать хотя бы небольшую часть этой немислимой мощи, дарованной нам Господом.



Роза ветров



ВЕТРОУКАЗАТЕЛЬ

Ветроуказатель – это простое устройство для определения направления и приблизительной скорости ветра. Чаще всего оно используется на аэродромах.

Цель: сделать простейший ветроуказатель.

Материалы: алюминиевая вешалка, пластиковый пакет для мусора, скотч, компас.

Ход работы

1. Согни металлическую вешалку, чтобы она приняла квадратную форму.
2. Прикрепи горловину мешка к получившемуся каркасу из вешалки.
3. Вынеси получившийся ветроуказатель на улицу и прикрепи его к шесту или просто держи в вытянутой руке.
4. Медленно поворачивай ветроуказатель, пока он не начнёт заполняться ветром.
5. Определи по компасу направление, на которое указывает твоё устройство.



СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Что является основной причиной возникновения ветра?
 - На какие три группы делятся ветры?
 - Почему устойчивые ветры настолько постоянны?
 - Как образуются пассаты?
 - Как образуется бриз?
 - Что такое роза ветров?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Почему капитанам парусных судов было важно знать о пассатах и других устойчивых ветрах, а также о полосах штиля?
 - Какие ещё виды ветров тебе известны?



ВЫСОТНЫЕ СТРУЙНЫЕ ТЕЧЕНИЯ

Высотные струйные течения – это сильные устойчивые ветры, дующие на большой высоте, в пограничных областях тропосферы и стратосферы. Они представляют собой быстрые и узкие воздушные потоки. По вертикали такой поток простирается на 2–4 км, в ширину может достигать 500 км, а в длину превышать 11 000 км. Своим существованием они обязаны высотным атмосферным фронтам на стыке высоко расположенных воздушных масс с большой температурной разницей.

Средняя скорость струйных течений составляет летом всего 55 км/ч, зимой она возрастает до 145 км/ч. Внутри самого потока скорость ветра непостоянна и в некоторых его частях может достигать 400 км/ч.

Большинство высотных струйных течений движется с запада на восток в виде извивающихся «воздушных рек». Их маршрут зигзагообразен и постоянно изменяется. Иногда

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



струйные течения распадаются на несколько отдельных потоков или даже начинают двигаться в противоположном направлении. Существует несколько десятков высотных струйных течений. Многие из них образуются и исчезают в зависимости от случайного сочетания факторов. Но есть четыре потока, которые существуют практически постоянно: два формируются в каждом полушарии в районе полярного круга на высоте 7–12 км, а ещё два – над субтропиками и средними широтами на высоте 10–16 км.

Американские лётчики открыли высотные струйные течения, когда заметили, что при перелёте из США в Великобританию самолёты летят быстрее из-за попутного западного ветра. Японцы совершили это открытие двумя десятилетиями раньше, и во время Второй мировой войны попробовали использовать его в военных целях. Они запускали наполненные водородом воздушные шары с прикреплённым к ним бомбами, надеясь, что восточные ветры донесут их через Тихий океан до Соединённых Штатов. Из 9.000 запущенных бомб до Америки долетели, по разным подсчётам, от 300 до 1000. Только одна из них привела к гибели людей: женщина и её дети были убиты, когда попытались снять с дерева непонятную коробку. **Незнакомые предметы всегда лучше не трогать!**

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Коммерческое использование высотных струйных течений началось 18 ноября 1952 года. В этот день самолёт компании «Pan American», совершая полёт из Токио в Гонолулу, вошёл в струйное течение на высоте 7 600 м. Это сократило время в пути более чем на треть: полёт длился 11 с половиной часов вместо 18.

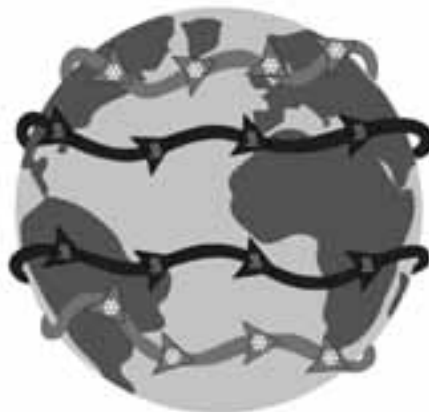
Подсчитано, что воздушный шар, попавший в субтропическое струйное течение, огибает Землю за 14 дней.

В наши дни авиалинии используют высотные струйные течения для сокращения времени полёта в восточном направлении. Благодаря им полёт через США с запада на восток сокращается на 30 минут. Направляющиеся на восток международные рейсы экономят ещё больше времени. Например, если из Лос-

Анджелеса в Токио самолёт летит над Тихим океаном по кратчайшему пути, на обратном рейсе он движется в струйном течении: это увеличивает расстояние, но уменьшает время полёта и значительно экономит топливо.

Делая зигзаги, струйное течение отклоняется то севернее, то южнее. Поэтому оно может приносить с собой холод или тепло, значительно влияя на изменения погоды. Установлено, что движение высотных струйных течений во многом управляет бурями и ураганами. Считается, что именно высотное течение не позволяет тихоокеанским ураганам обрушиться на большую часть Гавайских островов. Данные также свидетельствуют, что за масштабные засухи периода «Пыльного Котла» в США было частично ответственно струйное течение. Метеорологи внимательно следят за высотными струйными течениями, потому что они помогают им делать прогнозы погоды.

Учёные также ищут способы использовать ветровую энергию высотных струйных течений. Ведь всего одного её процента хватило бы, чтобы насытить все нынешние энергетические потребности человечества!



Облако, образовавшееся вдоль струйного течения над Канадой



ГРОЗЫ

Гром и молния!

урок 16



СЛОВАРЬ:

- буря
- шторм
- ливневый дождь
- гроза
- молния
- ступенчатый лидер
- главный разряд
- волна сжатия (гром)
- грозовой фронт

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- огни святого Эльма
- чёточная молния
- шаровая молния

Что там гремит, что там сверкает?..



Персонаж комиксов и мультфильмов пёсик Снупи любил писать рассказы, и каждый из них начинал словами: «Была тёмная грозовая ночь...». Несомненно, гроза производит впечатление чего-то таинственного и опасного. Нет ничего удивительного, что в прошлом люди боялись её. Но сегодня нам известно о грозе достаточно, чтобы избавиться от страхов.

Гроза – это атмосферное явление, при котором внутри облаков или между облаком и землёй возникают **молнии** – электрические искры огромной длины. При этом небо затягивают тучи, идёт очень сильный дождь, а перед началом грозы проносится порыв холодного ветра.

Грозы происходят там, где есть тёплый воздух и много влаги. В местностях с умеренным климатом они обычно бывают летом, а в тропических областях – в любое время года. В условиях полярного климата гроз практически не бывает.

Откуда же в облаках берутся молнии? Внутри огромной грозовой тучи дуют сильные ветры. Эти воздушные потоки сталкивают между собой капельки воды. От этого капельки электризуются – заряжаются электричеством. Когда полу-

ченный ими заряд становится достаточно большим, он начинает проскакивать между двумя «электрическими» облаками или между облаком и землёй. Это высвобождение электрического заряда сопровождается ярчайшей вспышкой света, и мы видим молнию.

Молния очень горячая, и воздух вокруг неё тоже сильно нагревается. Он стремительно расширяется, а затем быстро сжимается, когда молния гаснет. В результате получается громкий звук – **гром**.

Хотя гроза может напугать, в целом она не опасна, если ты находишься в здании. Оставаться на улице во время грозы не стоит, потому что были слу-

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



чаи, когда люди погибли от удара молнии.

Грозы – это естественная часть погоды, и Господь использует их для заботы о животных, растениях и людях. Грозовые тучи доставляют влагу в различные уголки нашего мира. Кроме того, во время грозы образуются и попадают в почву вещества, нужные для питания растений.



Грозовое облако может достигать более 8 км в высоту

- ?
- Когда обычно происходят грозы в областях с умеренным климатом?
 - Как возникают молнии?
 - Где следует находиться во время грозы?



Бури

Когда авторы приключенческих книг хотят вызвать у читателя чувство близящейся опасности, они нередко пишут: «За окном бушевала буря...». Действительно, погода может быть грозной и даже опасной для человека.

Буря – это продолжительный (в отличие от порыва и шквала) ветер, который дует с очень большой силой и скоростью: более 20 м/с или 70 км/ч. Такой ветер способен причинять разрушения – например, ломать ветки на деревьях. Буря на море называется **штормом**.

Особенно сильные бури могут валить деревья, причинять серьёзные повреждения домам и другим строениям и даже представлять опасность для людей. В то же время бури (особенно грозовые) приносят с собой огромное количество влаги, необходимой растениям, животным и людям.

Большинство бурь сопровождается особым видом дождя – ливнем. **Ливневый дождь** отличается от обычного не количеством выпавших осадков (иногда ливень может принести совсем немного влаги), а интенсивностью их выпадения. О таком дожде, даже если он очень короткий, говорят: «льёт как из ведра». Ливень обычно резко начинается и так же резко заканчивается.

В средних широтах ливневые дожди редко длятся дольше нескольких минут. А вот в тропическом поясе они могут продолжаться часами.

Существует три типа бурь: грозы, торнадо и ураганы (циклоны).



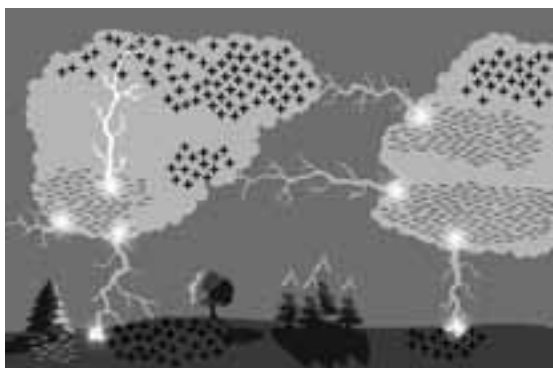
Первая фотография молнии (William N. Jennings, 1882 г.)



Гроза

Гроза – это атмосферное явление, при котором внутри облаков или между облаком и земной поверхностью возникают электрические разряды (молнии).

Грозы образуются в мощных кучево-дождевых облаках. Их формирование начинается с возникновения обычного кучевого облака. Если восходящие тёплые потоки достаточно сильны, а нисходящие, наоборот, очень слабые, облако быстро разрастается как вверх, так и в стороны. Внутри него проникает окружающий воздух. В облаке активно происходит конденсация. Образовавшиеся капельки коалесцируют, но не падают на землю, потому что мощные восходящие потоки (скорость которых может достигать 25 м/с) уносят их в верхнюю часть формирующейся тучи. Там, при отрицательной температуре воздуха, капли начинают превращаться в кристаллики льда. Они устремляются вниз, но восходящие потоки снова их подхватывают. Облако начинает быстро «перемешиваться».



Так возникает молния

Когда величина электрического заряда становится достаточно большой, между областями с противоположными зарядами происходит гигантский искровой электрический разряд – **молния**. Она может возникнуть внутри одного облака (между разными его частями), между двумя облаками или между облаком и землёй.

С появлением скоростной фотосъёмки метеорологи смогли лучше рассмотреть и понять, как возникает молния (хотя многое и сейчас остаётся неясным). Согласно современным представлениям, это происходит так.

Электрический заряд облака начинает как бы стекать в воздух, передаваться ему; при этом молекулы газов, составляющих воздух, становятся *ионами* (об этих заряженных частицах мы говорили на 2-м уроке). В воздухе начинает возникать канал из ионов, очень хорошо проводящий электричество. Стекающий по этому каналу заряд получил название **ступенчатый лидер**. Дело в том, что движется он

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Каждый день на Земле происходит приблизительно 40–50 тысяч гроз: около полутора тысяч одновременно! Каждую секунду над планетой вспыхивает в среднем 46 молний, причём 78 % из них – в тропическом поясе. Над океаном грозы случаются приблизительно в 10 раз реже, чем над континентами. Максимум грозовой активности приходится на Центральную Африку. Мощные грозовые центры находятся среди горных гряд Гималаев (Азия) и Кордильер (Северная Америка).

Испаряющиеся льдинки охлаждают окружающий воздух; в результате возникают и начинают усиливаться нисходящие потоки. Появляются условия для выпадения осадков.

Кристаллики льда и капли воды, перемещаемые внутри облака движением воздуха, трутся друг о друга. При этом они *электризуются* – становятся электрически заряженными. Положительный заряд сосредоточивается в верхней части облака, а отрицательный заряд – в нижней.

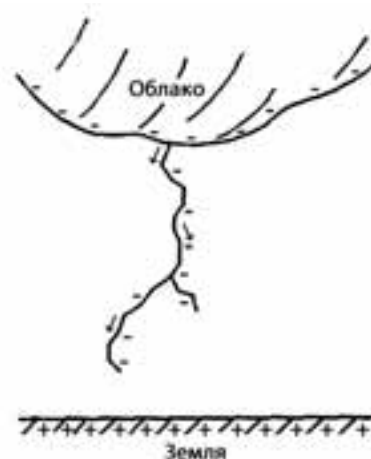


Схема пути ступенчатого лидера

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО





Внизу двух левых отростков молнии видны ступенчатые лидеры

«ступеньками», с остановками, после которых меняет направление. Вот почему форма молнии – извилистая и ветвистая. Впрочем, в этот момент молнии ещё не видно: ступенчатый лидер оставляет в небе лишь слабо светящийся канал (его можно рассмотреть на фотографиях).

Как только лидер достигает земли или высокого предмета, имеющего заряд электричества, назад в грозовое облако по проложенному ионизированному каналу устремляются многократ-

ные электрические **главные разряды**. Мы видим их как одну очень яркую молнию, но на самом деле в одно мгновение по каналу снизу вверх последовательно проходит до нескольких десятков разрядов. Молния бьёт не из облака в землю, как многие считают, а наоборот: от земли к облаку.

Далеко не все ступенчатые лидеры приводят к возникновению молнии. Бóльшая их часть рассеивает свою энергию в атмосфере и исчезает. Оставленные ими каналы образуют короткие боковые ответвления молний.

Таким же образом образуются молнии между двумя облачными массами.

Средняя длина молнии составляет 2,5 км, однако некоторые разряды простираются в атмосфере до 20 км. Диаметр канала молнии – несколько сантиметров, а температура в нём в момент главного разряда может превышать 2000–3000 °С.

Из-за сильного нагревания воздуха вблизи канала молнии он мгновенно расширяется, но тут же охлаждается и снова сжимается. Из-за такого быстрого расширения и сжатия возникает воспринимаемая на слух **волна сжатия**, более известная нам под названием **гром**. Длительные раскаты грома возникают из-за того, что звук от разных участков молнии доходит до нашего уха не одновременно. Кроме того, волна сжатия отражается от земли и от облаков, и возникающее эхо накладывается на основной раскат.



Слева хорошо видно, что электрический разряд идёт снизу вверх



Грозовой фронт

Если грозовая туча имеет большие размеры в ширину, или если воздушные потоки привели к образованию цепи кучево-дождевых облаков, говорят о **грозовом фронте**: так называют переднюю границу приближающейся грозы.

Впереди грозового фронта идёт обычно холодный **шквал**: его образует воздух из нисходящих потоков, возникших в туче. По удару шквала можно понять, что гроза подошла вплотную и через пару минут начнётся ливень.



В регионах с умеренным климатом грозы обычно формируются вдоль береговых линий, где тёплый влажный воздух соприкасается с более прохладным и сухим. Они часто возникают летом, когда тёплый воздух постоянно устремляется вверх, не будучи в то же время нагретым настолько, чтобы потерять влагу. В тропических же регионах грозы могут образовываться круглый год из-за высоких температур и обилия влаги. В полярных поясах гроз практически не бывает.

Грозовые угрозы

Сверкание молний и раскаты грома у одних людей вызывают восхищение мощью природы, а у других – страх. Ведь название «гроза» не случайно произошло от слова «грозный». Грозовые ливни могут приводить к наводнениям. Молния способна стать причиной пожара, а её попадание в человека представляет собой смертельную опасность.

Это не означает, конечно, что грозы нужно бояться. Если ты находишься в доме, опасности практически нет. Тем не менее нужно знать и соблюдать определённые правила безопасности. Прочитай и запомни их, а потом расскажи своим близким и друзьям.

- При приближении грозы выключить мобильные телефоны и радиостанции. Также лучше не пользоваться обычным телефоном.
- Закрыть окна (а в отдельно стоящих домах – также двери, вентиляционные отверстия и дымоходы).
- На всякий случай, если возможно, выключить телевизор, радио и другие электробытовые приборы (хотя электропроводка в правильно построенных домах защищена от возможного попадания молний).
- Не стоять рядом с окном, не подходить близко к молниеотводу, антенне, водосточкам с крыш.
- Если в доме есть печь или камин, ни в коем случае не разжигать их (а если они горят – погасить): дым, выходящий в трубу, – прекрасный проводник электричества.
- Если гроза застала в автомобиле, оставаться в нём. Закрыть окна, опустить антенну



Шквальный фронт, идущий впереди сильной грозы

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Почему молнию мы видим раньше, чем слышим гром? Потому что свет распространяется быстрее звука. Скорость света до того огромна, что для земных условий её можно считать практически мгновенной. Звук же распространяется в воздухе со скоростью около 330 м/с. Поэтому можно подсчитать, далеко ли от тебя находится гроза. Едва увидев вспышку молнии, начинай отсчитывать секунды, пока не услышишь гром. Для упрощения расчётов можно считать, что три секунды времени между вспышкой и звуком соответствуют одному километру расстояния. Например, если гром запаздывает за молнией на 15 секунд, это значит, что гроза находится от тебя на расстоянии 5 км. Если гром вообще не слышен – значит, гроза далеко, в 15–20 км от тебя.

радиоприемника и не прикасаться к металлическим частям. Если в автомобиле сухо, он сможет выдержать удар молнии, защитив тех, кто внутри.

- Если гроза настигла во время занятий спортом, сразу прекратить их. Металлические предметы (мотоцикл, велосипед, ледоруб и т.д.) положить на землю и отойти от них на 20–30 м.
- Если гроза застала за городом, спуститься с возвышенного места в низину.

1 АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ ДНО

- Уйди подальше от высоких деревьев, особенно сосен, дубов и тополей, от линий электропередачи, а также от любых предметов, возвышающихся над местностью.
- В лесу укрыться на его низкорослом участке.
- В степи или поле сесть на корточки в ложбине, овраге или другом естественном углублении, обхватив ноги руками.
- Не находиться в водоёме или на его берегу! Отойти от берега как можно дальше.

Но молнии не только грозят опасностями. Они делают очень полезную работу: под их воздействием содержащийся в воздухе азот превращается в закись азота, которая затем с осадками попадает в почву. Там она используется растениями. Молния – это одно из множества средств, при помощи которых Бог помогает всему живому.

Открой Библию и прочти 28 Псалом. Это прекрасное и поэтичное описание грозы, демонстрирующей мощь нашего Господа и Создателя.



РУКОТВОРНАЯ МОЛНИЯ

Цель: научиться получать молнии у себя дома.

Материалы: пластиковая расчёска, зеркало.

Ход работы

1. Вымой голову и хорошо высуши волосы.
2. Возьми пластиковую расчёску и начинай расчёсывать ею волосы. Что ты услышишь?
3. Войди в тёмную комнату, подойди к зеркалу и повтори эксперимент. Что ты увидишь?

Выводы

Трение пластика о сухие волосы электризует их. Треск, который ты услышишь, – это не что иное, как гром от крошечных электрических разрядов, возникающих в твоей шевелюре. В тёмной комнате ты увидишь в зеркале вспышки крошечных молний у себя на голове! Не бойся: это совсем не больно и совершенно безвредно.

Поднеси ещё раз расчёску к волосам. Если расчёска хорошо наэлектризовалась, ты увидишь, что волосы притягиваются к ней. Более того, они «встают дыбом» – потому что, получая электрический заряд, начинают отталкиваться друг от друга. На фотографии ты видишь, какая причёска образовалась у мальчика, после того как он съехал вниз внутри пластиковой трубы, касаясь волосами её стенки.

Подобное происходит, когда ты немного походишь в синтетической футболке, а потом снимешь её. Между наэлектризованными от трения тканью и твоей кожей проскакивают крошечные искры и слышен треск.



СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Какие бывают бури?
- Чем ливневый дождь отличается от обычного?
- Что такое гроза?
- Как возникают молнии?
- Откуда берётся гром?
- Какие меры безопасности следует соблюдать во время грозы?



ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Почему грозы обычно происходят в жаркие летние дни?
 - Может ли в грозовом облаке образовываться град?
 - Почему молния бьёт от земли к облаку, а не наоборот?



АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Некоторые атмосферные явления возникают из-за накопления в атмосфере электричества. Ты знаешь, что это происходит вследствие ионизации воздуха – превращения молекул газов в заряженные частицы-ионы. Известно тебе и то, как под влиянием магнитного поля Земли в ионосфере возникают полярные сияния – очень красивое явление, обусловленное атмосферным электричеством. А на этом уроке ты узнал, как возникают молнии.

Молния демонстрирует огромную мощь электрической энергии. Сила тока в её главном разряде достигает 100 тысяч ампер, напряжение – миллионов вольт. Подсчитано, что во время мощной грозы высвобождается столько же энергии, сколько в США потребляют за 20 минут.

Существуют и другие электрические явления.

С давних времён моряки замечали: перед началом шторма или при приближении грозы на мачтах и реях их кораблей возникало бело-голубое свечение, напоминающее кисточки или язычки пламени. Эти огни описаны, в том числе, в судовых журналах великих путешественников и первооткрывателей Христофора Колумба и Фернана Магеллана. Мореходы назвали их «огнями святого Эльма» – по имени покровителя моряков, почитаемого в Католической Церкви. Впрочем, такое же свечение не раз наблюдалось (в сходных условиях) и на суше: на верхушках деревьев, шпилях храмов, флюгерах на домах и т.д. Ещё Гай Юлий Цезарь в своих «Комментариях» записал: «В феврале месяце во второй половине ночи неожиданно возникло плотное облако, после чего последовал град, и в ту же ночь копейные наперстки Пятого Легиона словно объяло пламя».



Огни святого Эльма – это *коронный электрический разряд*. Во время грозы вблизи земной поверхности возникает сильное электрическое поле. На острых выступах каких-либо предметов, проводящих электричество, напряжённость этого поля особенно велика. Поэтому с этих выступов электрический заряд стекает в атмосферу. Это и есть коронный разряд. Если он достаточно сильный, то становится ясно видимым свечением.

В особо сильные грозы могут светиться даже листья, трава и рога у животных. Можно наблюдать коронные разряды и на концах крыльев самолёта, когда тот пролетает вблизи грозового облака.

Ты можешь получать подобный разряд в домашних условиях: например, снять с себя в тёмной комнате синтетическую футболку (или свитер) и поднести к ней иголку. Пока ты будешь снимать одежду, ты увидишь вспышки – миниатюрные молнии. А на кончике иглы на определённом расстоянии возникнет коронный разряд, хорошо видимый в темноте. При этом будет слышно лёгкое потрескивающее шипение.

Очень редко можно наблюдать молнию, имеющую вид не сплошной, а пунктирной линии без ответвлений. Это явление получило название **чёткая молния**.

АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ
1ПОГОДА
И КЛИМАТ
2ОБЛАКА
3ВЕТРЫ
И БУРИ
4НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ
5ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ
6МОРСКОЕ
ДНО
7

Считается, что своим возникновением она обязана каналу обычной молнии. Один из повторных разрядов, возникающих в этом канале, становится прерывистым из-за особенностей магнитного поля самой молнии.

Существует ещё одно редкое атмосферное явление, связанное со свечением. Оно называется **шаровая молния**. Это светящийся плавающий в воздухе шар диаметром 20–40 см. Обычно шаровая молния появляется в грозовую погоду; но имеются свидетельства её наблюдения при ясном солнечном небе. Известны случаи, когда шар проникал внутрь здания сквозь закрытое окно. Ведёт себя шаровая молния по-разному: иногда спокойно исчезает, а иногда взрывается. В одних случаях прикосновения к ней людей все заканчивалось благополучно, в других – шаровая молния причиняла ожоги и травмы.

Учёные сегодня не могут дать объяснение природы шаровой молнии, которое бы пролиvalo свет на все её свойства. Существует большое количество различных гипотез. Одна из них предполагает, что шаровая молния – это отделившееся звено чёточной молнии. Согласно другой гипотезе, это может быть ступенчатый лидер, который по какой-то причине отделяется от своего канала и начинает самостоятельное существование. Есть и другие версии – в том числе предполагающие, что шаровая молния имеет не электрическую, а оптическую или какую-то другую природу.

Сегодня учёные имеют представление о том, что происходит на поверхности далёких звёзд; некоторые из них пытаются построить гипотезы, как Вселенная могла бы возникнуть без Божьего участия, сама по себе. Но даже погода на Земле сотворена Господом столь сложной, с использованием таких необычных деталей, что многое в ней и в наши дни остаётся для исследователей загадкой.

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

ЛИВНЕВЫЕ ПАВОДКИ

Угрозы, которые несут с собой бури, – это не только молнии или сильный ветер, способный причинять разрушения. Ещё одна их опасность – возможность возникновения ливневых паводков.

Обычно вода, которую приносят с собой грозы и циклоны, необходима земле и растениям. Но если буря длится слишком долго, или если длинная череда грозовых облаков проливает дождь одновременно, количество выпавших осадков может стать чрезмерным. Сильные и продолжительные ливни смывают почвенный покров, делают грунтовые дороги непроез-



жими, приводят к росту оврагов и к образованию оползней. Они способны уничтожить растительность и свести урожай к нулю.

Почва оказывается не в состоянии впитать такое количество влаги. Вода начинает быстро заполнять овраги и низины. Реки переполняются и затапливают берега: начинается обильный паводок, вызванный ливнем.



Очень быстро ливневые паводки образуются в ущельях, где уровень рек стремительно повышается из-за воды, стекающей по склонам гор. 31 июля 1976 г. в США произошла одна из самых смертоносных гроз. Это случилось на реке Большой Томпсон, протекающей по каньону в Скалистых Горах, штат Колорадо. Летом здесь часто случаются грозы, но в тот день природа разбушевалась как никогда. Обильно исходящее от земли тепло и влажный воздух привели к возникновению грозы на западной стороне каньона. Ветры, которые обычно отгоняют грозы на восток от гор, в тот день дули слабо. Гроза затянулась, ливень продолжался около трёх часов. За это время на большой территории выпало 30,5 см осадков. Из-за крутых каменистых склонов каньона этой воде было некуда деться, кроме как влиться в протекавшую здесь реку. В результате сравнительно небольшая речка, глубиной не более метра, превратилась в шестиметровую стену воды, несущуюся по ущелью и увлекающую с собой огромные валуны. Этот поток уничтожал всё, что попадалось на пути, в том числе проходившее через каньон шоссе. Когда всё закончилось, выяснилось, что погибло 145 человек, было разрушено 418 жилых домов и 152 предприятия. Общий	ущерб от наводнения составил 40 миллионов долларов. В настоящее время новое шоссе построено на большей высоте – более 6 м над уровнем реки. Служба водного хозяйства разработала систему раннего предупреждения в случае новой угрозы наводнения, чтобы люди могли заблаговременно покинуть опасный район. В Украине ливневые паводки произошли в 1998 и 2008 гг. в районе Карпатских гор. Вода сходила по горным склонам и причинила немало ущерба. Были разрушены и подтоплены десятки тысяч зданий, снесены мосты, уничтожены сельскохозяйственные угодья. Оба эти наводнения унесли жизни 47 человек. Катастрофичность ливня зависит не только от количества воды, но и от интенсивности её выпадения. Если дождь идёт с интенсивностью 1,5–2 мм в минуту, человеку, даже находящемуся под укрытием, становится трудно дышать. Что же тогда говорить о ливне в Панаме в 1911 г. – 21 мм в минуту, или в Калифорнии в 1926 г. – 25 мм в минуту!.. Правда, подобные ливни чрезвычайно редки, а их продолжительность измеряется лишь несколькими минутами. Нового Всемирного Потопа не будет, как и обещал Бог Ню.
---	---

АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ	1
ПОГОДА И КЛИМАТ	2
ОБЛАКА	3
ВЕТРЫ И БУРИ	4
НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ	5
ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ	6
МОРСКОЕ ДНО	7

урок 17

ТОРНАДО Разрушительные вихри



СЛОВАРЬ:

- торнадо (смерч)
- воронка смерча
- каскад
- воронкообразное облако
- шкала Фудзиты

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- доплеровский радар
- штормовое предупреждение
- фазированная антенная решётка



Что заставляет смерчи вращаться?

Торнадо, или смерч – самый опасный вид бурь. Но происходят они далеко не везде. Наиболее часто торнадо образуются в США. Реже – в Индии, Китае, Австралии, Европе. А в южной части Европы смерчи – явление крайне редкое, даже исключительное.

Торнадо – это вихри, появляющиеся из грозовых облаков. Вращаясь с огромной скоростью, они, словно пылесос, засасывают в себя всё, что встречают на пути.

Торнадо обычно образуются на границе грозовой тучи, где тёплый воздух быстро движется вверх, а холодный – вниз. Из-за этого возникают воздушные завихрения. Если они делаются всё сильнее, из облака начинает опускаться к земле длинный рукав (похожий на хобот слона), состоящий из стремительно вращающегося воздуха. Когда этот рукав касается земли, он начинает перемещаться по ней в том же направлении, что и его туча. При этом иногда слышен звук, напоминающий грохот идущего поезда, а иногда – шум водопада или посвистывание ветра.

Обычно торнадо быстро исчезают (через 10–20 минут). И всё же они могут причинить много разрушений и ущерба.

Поэтому людям, живущим в местности, где возникают смерчи, нужно внимательно следить за предупреждениями метеорологов. Об угрозе возникновения торнадо будет объявлено по радио, телевидению и на специальных сайтах в интернете.

Если такое предупреждение прозвучало – не пугайся и не паникуй. Слушай, что тебе будут говорить взрослые, и вместе с ними отправляйся в безопасное укрытие. Впрочем, этот совет, скорее всего, тебе никогда не пригодится. Огромное количество людей за всю свою жизнь ни разу не встречаются с торнадо.



- Что такое торнадо?
- Как образуются торнадо?
- Где чаще всего возникают смерчи?
- Как нужно вести себя при угрозе возникновения торнадо?



Торнадо – одно из самых грозных и вместе с тем величественных погодных явлений. Эти пугающие бури напоминают нам, что только Бог может контролировать погоду. Силы человека, даже вооружённого самыми современными научными достижениями и новейшей техникой, оказываются бесполезными перед немыслимой мощью, заложенной Господом в сотворённый Им мир.

Торнадо (или **смерч**) – это атмосферный вихрь, неистово вращающаяся воздушная воронка, образующаяся в кучево-дождевых облаках и протягивающаяся вниз, к земле. Он имеет вид рукава или хобота, выходящего из грозовой тучи.

Ты можешь удивиться: но ведь воздух невидим! Мы же не видим ветер, когда он дует! Почему же торнадо обычно можно хорошо рассмотреть? Дело в том, что воронка смерча, вращаясь, втягивает в себя, подобно гигантскому насосу или пылесосу, всё, что встречается на её пути: капли воды от начавшегося дождя, пыль, песок, мусор.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Иногда в ясный жаркий день при отсутствии облаков над перегретой равниной или пустыней появляются пылевые или песчаные вихри, напоминающие рукава маленьких смерчей. Но они не имеют с торнадо ничего общего – ни по происхождению, ни по строению. Это не смерчи, а миниатюрные циклоны (об этом погодном явлении ты узнаешь на следующем уроке).



Серым цветом на карте отмечены районы, где происходят торнадо

вниз холодным. Восходящий поток тянет воздух вверх, создавая область низкого давления. Нисходящий поток спешит заполнить эту область, но затем этот поступивший вниз, более сухой воздух снова оказывается втянутым наверх. Особенно интенсивно это происходит на границе облака, где нисходящие потоки сильнее. Если данный процесс протекает очень активно, он выходит за пределы тучи. Ниже её образуется плотная воздушная область, в которой действуют два встречных воздушных потока. Под влиянием изменений в направлении ветра эти потоки начинают закручиваться, двигаться по спирали. Из грозового облака появляется **воронка смерча**, которая постепенно движется к земной поверхности. Развитию торнадо способствуют перепады температур, давления, большая сила ветра.

Причины образования смерчей полностью не изучены. Наиболее вероятно, что их порождают процессы, которые происходят внутри грозового облака. Как ты помнишь, в сформировавшихся кучево-дождевых облаках поднимающийся от земли влажный тёплый воздух постоянно встречается и перемешивается с опускающимся

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

30 мая 1879 г. Ирвингский смерч в штате Канзас поднял на воздух деревянную церковь вместе с прихожанами во время богослужения и перенёс её на четыре метра в сторону. Значительного ущерба люди в церкви не понесли, если не считать ранений от упавших с потолка обломков. В 1923 г. в штате Теннесси торнадо мгновенно унёс крышу, потолок и стены сельского дома; жильцы, сидящие за столом, отделались лёгким испугом.

С земли навстречу воронке начинает расти **каскад** – невысокое облако пыли или водяных капель (если смерч образуется над водоёмом). Когда воронка приближается, каскад охватывает её нижнюю часть. Это хорошо видно на фотографии в начале этого урока.

Достигнув земли, воронка начинает двигаться по её поверхности в ту же сторону, что и туча. В её центре воздух стремительно уносится вверх. Это придаёт торнадо огромную разрушительную силу. Восходящий поток подхватывает обломки и различные предметы, поднимает их в воздух и уносит с собой.

Спустя некоторое время (чаще всего 10–20 минут, хотя очень редко смерчи существуют и по несколько часов) начинается разрушение вихря. Мощность торнадо ослабевает,

воронка сужается и отрывается от земли, постепенно возвращаясь в облако.

Иногда воронка повисает в воздухе, так и не дотянувшись до земли. В таком случае говорят о **воронкообразном облаке**.

Различают смерчи *бичеподобные* (с гладкой извилистой воронкой), *расплывчатые* (в виде «лохматых» вращающихся облаков, достигших земли) и *составные* (когда рядом с центральным «хоботом» образуются ещё несколько поменьше). Кроме этого, торнадо, в зависимости от условий их образования бывают:

- **водяные** – возникшие над океаном, морем или озером и «впитывающие» в себя воду,
- **снежные** – образовавшиеся зимой, во время сильной метели,
- **огненные** – порождаемые облаком, возникшим в результате сильного пожара или извержения вулкана; «впитывают» в себя языки пламени, которые вытягиваются вверх, к облаку.



Водяной смерч



Составной смерч

В среднем диаметр воронки смерча в нижней его части составляет 120–150 м, хотя у некоторых торнадо он достигает 1,5–3 км. Водные смерчи гораздо тоньше, всего 20–30 м в диаметре. Размер столба от облака до земли бывает в среднем 1200 м, а скорость вращения – 30–50 м/с (иногда она может достигать чудовищной величины: 140 м/с, то есть 500 км/ч!). Скорость продвижения смерчей также различна: в среднем 40–60 км/ч (в очень редких случаях может достигать 210 км/ч).



Звук торнадо зависит от его размера, скорости вращения, расстояния до него. Многие очевидцы сравнивали этот звук с грохотом поезда. В других случаях слышалось подобие шума водопада или звука, который возникает при быстрой езде с открытыми окнами.

Мощь смерча может быть неимоверной. В 1990 году торнадо в штате Иллинойс поднял с магистрали 20-тонный тягач с прицепом, перенёс его на 335 метров и бросил на расположенное вдали поле. Подсчитано, что общая энергия среднего смерча равна энергии взрыва небольшой атомной бомбы.

Разрушительная сила торнадо измеряется по **шкале Фудзиты** (или, сокращённо, *F-шкале*). Она включает в себя 13 категорий (от Fo до F12), но на практике встречаются только первые шесть. Разрушительная сила торнадо не зависит от его размера: известны случаи, когда маленькие торнадо достигали уровня F4 или F5, а некоторые, очень большие по размерам, наносили ущерб категории Fo.

Самый большой и самый разрушительный за историю человечества смерч возник 26 апреля 1989 г. в городе Шатурш в Бангладеш (юг Азии). Жители этого города, получив предупреждение о надвигающемся смерче, проигнорировали его. В результате погибло 1300 человек. А рекордом времени существования торнадо можно считать Мэттунский смерч, который 26 мая 1917 года за 7 часов 20 минут прошёл по территории Соединённых Штатов Америки 500 км.

Страной торнадо называют США: на их территории ежегодно возникает сотни разных по силе смерчей. Территория Техаса, Оклахомы, Канзаса, Миссури, Небраски и Айовы даже получила название «Аллея торнадо». В апреле 1965 г. над этими штатами одновременно возникли 37 различных по мощности торнадо со скоростью ветра до 300 км/ч. В штате Флорида в период с мая до середины октября смерчи появляются ежедневно (но бóльшая их часть не несёт угрозы, и воронки часто не достигают земли).

Гораздо реже случаются торнадо в Европе, Индии, Китае, Японии, Австралии, на юге Африки. Правда, в последнее время случаи возникновения смерчей участились, и они иногда стали появляться там, где раньше их не было. Возможно, это связано с изменением климата, о котором мы говорили раньше.

Но разве нельзя ослабить или разрушить торнадо, обстреляв его сухим льдом или иодидом серебра – как это делают с тучами, которые грозят градом? В данном случае этот способ очень опасен: он может не разрушить смерч, а наоборот – сделать его гораздо мощнее и разрушительнее.

Поэтому единственное, что могут сделать люди, – изучать

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Иногда смерчи становятся причиной необычных дождей. Известны случаи, когда торнадо, проходя над озёрами, высасывали из них воду вместе с обитателями. После этого, когда смерч исчезал, на близлежащие поселения обрушивались дожди из лягушек или рыб! Причём в этот момент небо могло быть спокойным, и жители даже не подозревали о смерче, прошедшем где-то в стороне. Случались дожди из змей (США, 1877 г.), креветок (Австралия, 1978 г.), пауков (Аргентина, 2007 г.), мёртвых птиц (Швеция и США, 2011 г.). Бывают и цветные дожди: белые (с примесью меловой пыли), жёлтые и зелёные (с цветочной пылью), чёрные (с вулканической пылью). Сильнее всего пугают очевидцев «кровавые» дожди. Разумеется, это не кровь: такой цвет каплям придают попавшие в облако микроскопические водоросли. Очевидными «виновниками» всех этих случаев были торнадо. В 1940 г. в российской деревне Мещеры пошёл дождь... из серебряных монет. Оказалось, что гроза размывала старинный клад. Проходивший поблизости смерч поднял монеты в воздух и выбросил их над деревней.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



причины возникновения торнадо, заблаговременно предсказывать их появление и предупреждать об этом людей, чтобы они приняли меры безопасности. Такие меры резко снижают количество жертв и пострадавших от торнадо, но не в силах предотвратить причиняемые им разрушения.

Смерчи представляют угрозу для человека не только скоростью вихря и колоссальной подъёмной силой, но и захваченными предметами (в том числе с острыми кромками), летящими с большой скоростью. Они разрушают здания, коммуникации, обрывают линии электропередачи, становятся причинами пожаров.

Людям, живущим в местности, где происходят торнадо, необходимо знать правила безопасного поведения во время этого стихийного бедствия. Следует уважать силу торнадо и не делать глупостей.



Впечатляющая сила торнадо



ТОРНАДО В БУТЫЛКЕ

Цель: смоделировать вихрь, используя не воздушную, а водную среду.

Материалы: две пластиковые двухлитровые бутылки, вода, скотч, металлическая шайба диаметром 2,5 см (желательно).

Ход работы

1. Наполовину заполни одну из бутылок водой.
2. Расположи пустую бутылку над заполненной, чтобы их горлышки соприкасались. (Желательно перед этим положить на горлышко нижней бутылки металлическую шайбу, но можно обойтись и без неё).
3. Прочно соедини горлышки бутылок скотчем.
4. Держа бутылки над раковиной (на случай протечки), быстро переверни их.
5. Крепко держа бутылки, начни быстро вращать их по небольшой окружности на протяжении 4–5 секунд.

Выводы

Сначала из верхней бутылки в нижнюю переливается только небольшое количество воды. Ведь внизу находится воздух, которому некуда выйти, и он не пускает воду. Когда ты, вращая бутылки, создаёшь в жидкости «ветер», мчащийся по кругу, вода начинает закручиваться, и внутри горлышка возникает водоворот. В середине водного смерча, как и воздушного, есть пустое пространство. Здесь возникает восходящий поток: воздух из нижней бутылки перемещается в верхнюю. Одновременно вода движется в обратном направлении, закручиваясь по спирали.



БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ТОРНАДО

Найди в книгах или в интернете правила безопасности при торнадо и запомни их. Скорее всего, ты живёшь в местности, где смерчи бывают редко или не возникают вообще. Но став

взрослым, ты можешь переехать или начать путешествовать. Поэтому такие знания лишними не будут.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Что придаёт смерчу такую большую мощь?
 - Какова разница между воронкообразным облаком и торнадо?
 - Какие ты знаешь виды торнадо?
 - Где возникает наибольшее количество смерчей?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Если над торнадо проходит высотное струйное течение, к чему это приведёт?
 - Отличаются ли правила безопасности при грозе и при торнадо, и почему?



ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТОРНАДО

Вряде регионов Земли умение прогнозировать появление торнадо – это вопрос жизни и смерти людей. Национальная метеорологическая служба США (NWS) вместе с Национальным управлением океанических и атмосферных исследований (NOAA) стараются улучшить качество прогнозов и как можно раньше предостерегать о приближении смерчей.

Для изучения торнадо и прогнозирования их развития и движения было разработано несколько технологий.

В середине 1980-х годов был создан портативный погодный центр – ТОТО. По замыслу учёных, его можно было установить на пути смерча, а затем снять показания и получить важную информацию о торнадо. Это был большой пластиковый цилиндр на колёсной платформе, способный съезжать из кузова специального грузовика на пути движения торнадо. Он был оснащён приборами для измерения атмосферного давления, влажности воздуха, направления и скорости ветра. Однако размещать это устройство «под носом» у торнадо было трудно. В частности, не получалось точно угадать, где пройдёт смерч. За несколько лет использования ТОТО лишь однажды попал в эпицентр вихря. Поэтому он был отправлен в отставку, уступив место другим, более безопасным и точным методам.

Одним из самых больших достижений в деле изучения торнадо явилось изобретение **доплеровского радара**. Он позволяет не только зафиксировать местонахождение смерчей и других бурь, но и определить, в каком направлении и как быстро они движутся. О том, как работает этот радар, ты узнаешь из пособия «Мир изобретений».

В 1980-х и 1990-х гг. NWS установила сотни доплеровских радаров по всей территории США. Это позволяет метеорологам во всех уголках страны точно отслеживать плохую погоду и оглашать **штормовое предупреждение**, когда этого требует ситуация.



ТОТО

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



В 1990-е гг. доплеровские радары стали соединять с новой современной антенной – **фазированной антенной решёткой**. Зачем это было нужно? Обычный радар посылает один луч энергии, ждёт возвращения отражённого сигнала, немного поворачивается и посылает следующий луч. Так продолжается, пока не будет просканирован весь доступный участок атмосферы. На это уходит 5–7 минут. Главная особенность фазированной антенной решётки состоит в том, что она способна посылать несколько разнонаправленных лучей одновременно. Это существенно увеличивает скорость сбора информации. На полное сканирование доступного участка атмосферы теперь уходит всего 20–30 секунд. Это позволяет оперативно узнать о близящемся бедствии.

Сейчас разрабатывается ещё одна технология обнаружения вращающейся колонны смерча: при помощи звука сверхнизких частот.

Из-за того что торнадо быстро образуется и движется с большой скоростью, нередко предупредить людей об угрозе получается всего за несколько минут до появления смерча. Но эти минуты могут означать разницу между жизнью и смертью. Своевременное распознавание торнадо спасло множество жизней. Улучшение методов, позволяющих уловить зарождение бури и направление её движения, должно свести число жертв к нулю.



ЦИКЛОНЫ

Кружащийся ветер

урок 18



СЛОВАРЬ:

- **циклон**
- **внетропический циклон**
- **тропический циклон**
- **депрессия**
- **глаз бури**
- **дождевые полосы**
- **ураган**

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- **блокирующий антициклон**

Чем тропические циклоны отличаются от внетропических?



Не только торнадо образуются в результате вращения воздуха. Есть и другие крутящиеся вокруг своего центра ветры: не такие невероятно сильные, как смерчи, но тоже способные становиться разрушительными. Они называются **циклоны**.

Это вихри, возникающие в атмосфере. Атмосферное давление в этих вихрях низкое. Чем ближе к центру циклона, тем оно меньше. Из-за этого ветер устремляется к центру со всех сторон. Наверху, над циклоном, образуются густые дождевые облака. Поэтому циклон приносит с собой сильный ветер, обильные осадки и похолодание.

Циклоны начинают вращаться вокруг своего центра из-за вращения Земли вокруг оси: оно действует на ветер, заставляя его понемногу поворачивать в сторону.

Самые сильные циклоны возникают в тропиках. Они образуются над тёплой океанской водой. Это важная особенность **тропических циклонов**: для них необходимы

тёплая вода и тёплый воздух.

Поначалу тропический циклон совсем не напоминает большую бурю. Когда воздух в нём только начинает закручиваться к центру, циклон похож на небольшую грозу над океаном. Но ветер всё набирает силу, циклон растёт, увеличивая мощь. Когда скорость ветра сравнивается со скоростью стремительно несущегося автомобиля (117 км/час), тропический циклон начинают называть **ураганом**.

Ураганы – самые сильные и страшные бури на Земле. Но в центре этого бушующего ненастья образуется небольшое пространство, где ветра нет, а небо ясное (хотя вокруг оно затянуто тучами на много километров). Эта область обманчивого покоя посреди урагана называется **глаз бури**.

Ураганы медленно движутся через океан. Многие из них попадают в области, где вода и воздух более прохладные. Там циклоны теряют свою энергию

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



и затихают. А некоторые ураганы направляются к берегу, где могут причинить немало вреда.

Большинство ураганов формируется в Тихом океане, восточнее Японии, Индонезии и Филиппин. Найди на географической карте или на глобусе, где находятся эти страны.

- Что такое циклон?
• Как называются самые сильные бури на свете?
• Где возникают ураганы?
• Что находится в середине урагана?



Мы уже несколько раз упоминали о ветрах, которые называются циклонами. Настало время узнать о них подробнее.

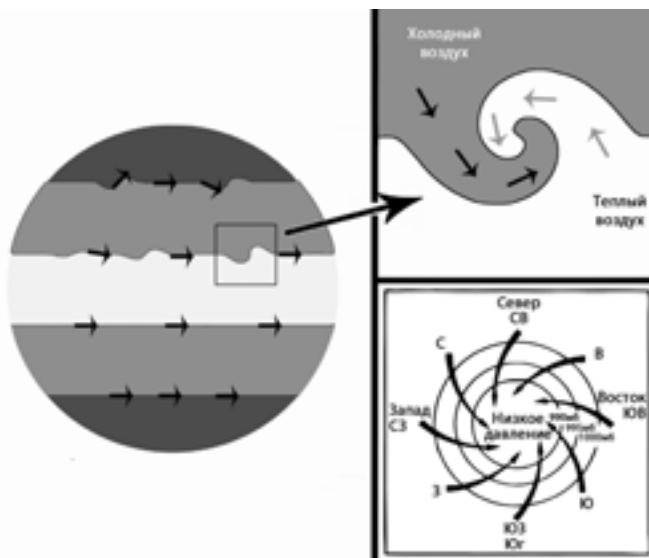
Циклоны – это атмосферные вихри огромного диаметра (от сотен до двух тысяч километров в диаметре) с *низким* давлением воздуха в центре. Ветер в них мчится по кругу от краёв к центру (слово «циклон» на латинском языке и означает «кружащийся»). В результате вращения Земли закручивает его *против часовой стрелки в Северном полушарии* и по часовой стрелке в Южном. Можно сказать, что циклон – это гигантская воздушная воронка, в которую устремляется ветер.

Воздух внутри циклона из зоны низкого атмосферного давления поднимается вверх. На высоте он сильно охлаждается и растекается по поверхности вихря, образуя многочисленные дождевые облака. Поэтому циклон приносит с собой не только сильный ветер, но и обильные осадки.

Ежегодно в каждом полушарии возникают сотни циклонов. Существует две их разновидности: *вне тропические* и *тропические*.

Вне тропические циклоны образуются всегда на границе двух воздушных масс, тёплой и холодной – то есть в зоне атмосферного фронта. Линия фронта не является правильной прямой, она может быть извилистой. В какой-то момент два встречных «выступа» обеих воздушных масс начинают взаимодействовать, закручиваясь вокруг друг друга. Таким образом, в формировании циклона участвуют и холодный, и тёплый воздух. Поэтому на большей части территории, накрытой вне тропическим циклоном, наступает заметное похолодание, но остаётся и тёплый участок.

Подъём воздуха в центре образовавшегося вихря – это *следствие* происшедшего горизонтального взаимодействия воздушных масс, в результате которого возникла



Образование вне тропического циклона

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Некоторые учёные выдвигают свои теории относительно главных причин образования циклонов, помимо вращения Земли. Пока ещё это атмосферное явление, как и некоторые другие, изучено недостаточно.



область пониженного давления. Образовавшийся ветер, несущийся от краёв циклона, способствует этому подъёму.

Размеры внетропических циклонов очень велики. Хорошо развитый циклон может достигать в диаметре 2–3 тысяч км и определять погоду на всей этой огромной территории, принеся сюда сильные осадки, ветры, грозы, шквалы. Существуют такие циклоны, как правило, несколько суток (хотя бывают и исключения). Постепенно холодный фронт внутри циклона догоняет движущийся впереди тёплый фронт и сливается с ним. В результате образуется фронт окклюзии. С этого момента циклон начинает угасать, постепенно затухает: осадки понемногу ослабевают и прекращаются, атмосферное давление в центре повышается.

Тропический циклон возникает по другим причинам. Ты помнишь, что является причиной образования пассатов? Тёплый воздух вблизи экватора постоянно поднимается. На участках, которые по какой-то причине получили больше солнечного тепла, скорость восходящего потока становится выше, а над поверхностью образуется обширная зона низкого давления.



Схема тропического циклона

Подъём воздуха является не следствием его возникновения, а непосредственной причиной. Этот подъём совершается преимущественно за счёт конвекции, теплового перемещения. Для возникновения и поддержания силы тропических циклонов необходимы большие участки воды с температурой выше 27 °С. Тёплые вода и воздух подпитывают циклоны, добавляя им мощности.

На схеме ты видишь, что воздух стремительно поднимается вверх на всей площади, занимаемой тропическим циклоном. Таким образом, он на всём своём

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Если скорость ветра тропического шторма превышает 60 км/ч, ему дают имя. В 1953 г. было решено использовать женские имена, а с 1979 г. добавили и мужские. Для каждого региона тропических циклонов составляется свой список имён. Первая буря года получает в списке имя на букву А, вторая — на Б, и дальше (за исключением буквы Q). Имена самых разрушительных ураганов остаются в истории навсегда и больше не используются. У японцев существует своя традиция: они дают тайфунам названия животных, растений и т.д., а также присваивают им номера.

В неё со всех сторон устремляется воздух, под влиянием вращения Земли он начинает кружиться — и циклон сформировался.

Обрати внимание: образование тропического циклона, в отличие от внетропического, происходит без столкновения воздушных масс. Сильнейшее вертикальное пере-

АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ
1

ПОГОДА
И КЛИМАТ
2

ОБЛАКА
3

ВЕТРЫ
И БУРИ
4

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ
5

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ
6

МОРСКОЕ
ДНО
7



протяжении представляет собой **депрессию** – область пониженного атмосферного давления. В самом центре тропического циклона давление наименьшее, воздух здесь очень разрежённый. Ветер, который по спирали мчится к центру, тем не менее его не достигает, а замыкается сам на себя. В результате в центре тропического циклона образуется **глаз бури** – область диаметром от 3 до 60 км, без осадков, с очень слабыми ветрами (иногда с полным штилем), с ясным или почти ясным небом, с очень тёплым и разрежённым сухим воздухом. Однако морские волны под глазом бури могут быть очень большими и двигаться совершенно беспорядочно – даже при полном безветрии.



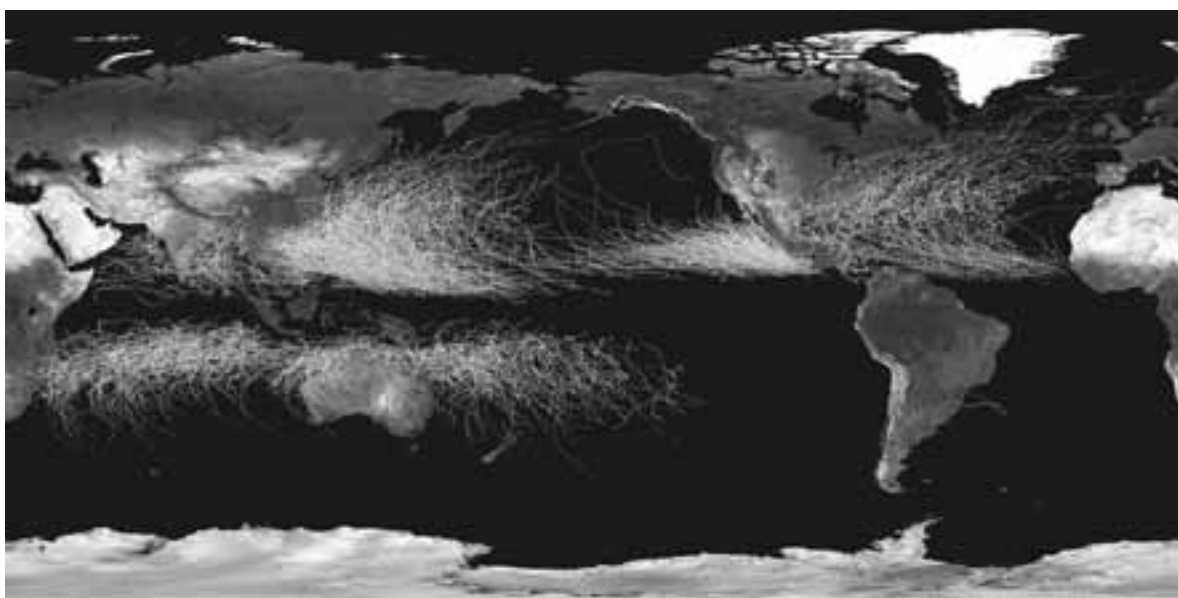
Циклон над юго-западным побережьем Исландии

Обычно глаз бури имеет правильную круглую форму. Его окружает плотная стена из облаков, ливня и ветра.

Остальная часть тропического циклона состоит из **дождевых полос** – огромных лент плотных грозовых туч, которые медленно движутся к центру циклона и сливаются со стеной, окружающей его глаз. В дождевых полосах воздух поднимается вверх, а в пространстве между ними, свободном от низких облаков, – опускается.

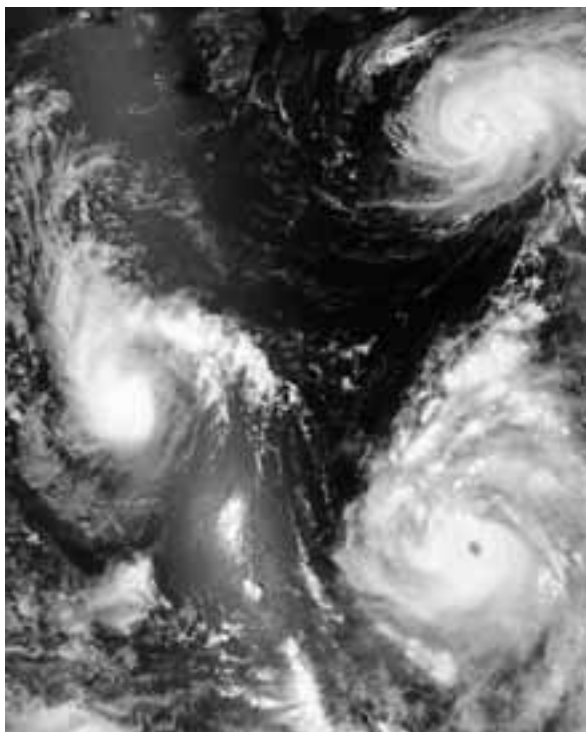
Кроме этого, на очень большой высоте над циклоном возникают тонкие перистые облака, которые движутся от центра в стороны, постепенно испаряясь и исчезая. Видимые издали, они могут служить предупреждением, что близится ненастье.

У метеорологов есть свои названия для стадий образования тропического циклона. Когда вихрь ещё достаточно слабый, только начинает формироваться, его называют *тропическим возмущением*. По мере того как он набирает силу, говорят о *тропической депрессии*, затем о *тропическом шторме*. Когда же ветер достигает скорости 32,5 м/с (117 км/час), буря получает название **ураган**.



На карте показаны пути всех тропических циклонов за 1985–2005 гг.





Три тропических циклона на разных стадиях развития: слабейший (слева) только что приобрёл круглую форму, у более сильного (вверху справа) уже возникли дождевые полосы, а в сильнейшем (правый нижний угол) сформировался глаз (снимок из космоса)

в Индийском океане. Кружащиеся бури над севером Атлантического океана и югом Тихого океана были названы *ураганами*. А вихри, образующиеся над северо-западной частью Тихого океана и обрушивающиеся на Японию, Корею, Индонезию, Филиппины, российский Дальний Восток, получили название *тайфуны*. Сейчас единое научное наименование для них всех – «тропический циклон». Но старые названия тоже сохранились и широко используются. От 80 до 90 % тропических циклонов (и треть всех циклонов на Земле) составляют тайфуны. Слово «ураган» в русском и украинском языках обычно используется для обозначения любого тропического циклона (а иногда – и для сильного внетропического).

На карте видно, что в непосредственной близости экватора циклоны не возникают почти никогда, за редчайшим исключением. Ты, конечно, уже сообразил, почему. Вблизи экватора царит штиль, поскольку влияние земного вращения здесь практически равномерно; по этой же причине здесь невозможны атмосферные вихри.

Большинство ураганов образуется в пяти градусах широты от экватора. Под воздействием пассатов они начинают двигаться на запад. Всё та же причина, которая закручивает их (вращение Земли вокруг оси), понемногу смещает тропические циклоны в сторону полюсов. Оказавшись в результате в субтропиках, они попадают в поле постоянных западных ветров и меняют направление движения: перемещаются к востоку. Достигнув области с более прохладной водой и воздухом, чем необходимо для их существования, тропические циклоны слабеют и исчезают.

Название «циклон» раньше использовалось в отношении только тех тропических циклонов, которые возникали

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Помимо подвижных депрессий (циклонов) существуют и стабильные области сравнительно слабого атмосферного давления: как постоянные (например, на экваторе), так и периодически возникающие (например, зимняя Алеутская депрессия над северной частью Тихого океана).



ЧЕРНИЛЬНЫЕ ВИХРИ

Цель: смоделировать возникновение вихря под влиянием вращения.

Материалы: белый картон, ножницы, циркуль, две зубочистки, чернила или чёрная тушь.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



Ход работы

1. При помощи циркуля нарисуй на белом картоне кружок радиусом 3–4 см. Вырежи его ножницами.
2. Аккуратно проткни кружок в центре острой зубочисткой. У тебя получился волчок.
3. Опустив вторую зубочистку в чернила или тушь и аккуратно, чтобы не испачкаться, нанеси ею на верхнюю сторону кружка несколько мелких чернильных капель.
4. Пока капли не засохли, закрути волчок на столе.
5. Когда волчок остановится, посмотри, что случилось с каплями.



Примечание

При желании можешь сделать волчок большего размера – такой, как на фотографии. Вместо зубочистки сделай его ось из карандаша.

Выводы

Каждая капля растеклась в спиральную линию, направленную к краю волчка. Все вместе эти следы движения капель создали подобие вихря. В отличие от циклона, этот вихрь устремлён не к центру, а от него. Это потому, что на капли при вращении влияет *центробежная сила*. Уносясь под её воздействием от центра, каждая капелька попадает в те места диска, скорость вращения которых больше, чем скорость самой капли. Кружок начинает как бы выскальзывать из-под капли, опережать её. Выглядит это так, словно капля сама отклонилась от радиуса кружка, отстала от него, свернула назад (на самом же деле это радиус обогнал её). Поэтому её путь искривляется, и ты видишь на кружке след криволинейного движения.

Сходное воздействие испытывают воздушные потоки, но под влиянием не центробежной силы, а суточного вращения Земли. В результате они образуют атмосферные вихри. Чернильные завитки – уменьшенное подобие этих вихрей.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- Каковы главные признаки циклона?
- Назови два вида циклонов.
- Как образуется тропический циклон?
- Когда циклон называют ураганом?
- На каких территориях образуются и перемещаются ураганы?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- Как вращение Земли влияет на вращение циклона?
- Почему ураган начинает затихать, когда достигает суши?





АНТИЦИКЛОНЫ

На 3-м уроке ты немного узнал об антициклоне. Так называются большие (до 3000 километров в диаметре) области высокого атмосферного давления.

Можно ли считать, что антициклон – это какое-то «зеркальное» отражение антициклона? И да, и нет. По своим свойствам антициклон, действительно, противоположен циклону. Но разница между ними больше, чем простое зеркальное или симметричное отображение друг друга. По сути, это различные природные явления, разным образом возникающие и приводящие к разным последствиям.

Если циклон – это стремительный вихрь, перерастающий в бурю, то антициклон – огромная стабильная, уравновешенная часть атмосферы. Воздух на всей территории, накрытой антициклоном, имеет одинаковую температуру и давление; он может быть холодным (зимой) или тёплым (летом). Восходящих потоков в антициклоне почти нет, поэтому облаков образуется очень мало. В результате антициклон приносит с собой устойчивую хорошую погоду: летом ясную и тёплую, а зимой ясную и морозную.

Воздух, как и всегда, перетекает оттуда, где его много, в места, где его меньше, – то есть в области с более низким давлением, окружающие антициклон. Он растекается от центра антициклона к его краям – и там возникает ветер, относительно слабый (хотя может быть довольно свежо). Под воздействием вращения Земли, как ты знаешь, этот ветер отклоняется в сторону и сам начинает вращаться – но в обратную сторону, чем в циклоне: *по часовой стрелке в Северном полушарии* и против часовой стрелки в Южном. Таким образом, антициклон тоже является атмосферным вихрем, хотя и медленным.

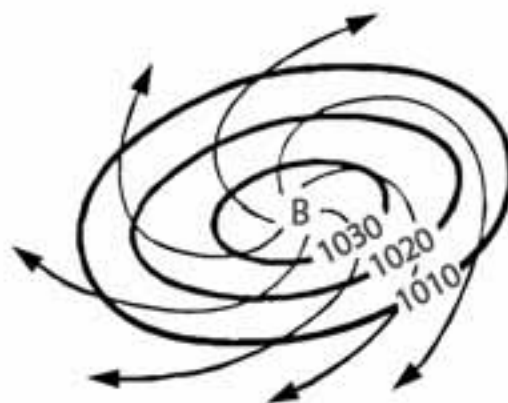
На место воздуха, покидающего антициклон, поступает новый, из более высоких слоёв атмосферы: в центре антициклона существует нисходящий воздушный поток. Это очень стабильный, постоянный процесс. Поэтому антициклоны способны существовать, не разрушаясь, неделями и даже (изредка) месяцами. Они могут медленно перемещаться над земной поверхностью, а могут на протяжении многих недель почти не менять своего положения – иногда даже становясь причиной засухи (мы уже говорили об этом).

Высокие малоподвижные антициклоны в умеренных широтах, нарушающие общий перенос воздуха ветрами с запада на восток, называются **блокирующими антициклонами**.

В некоторых районах антициклоны наблюдаются почти постоянно. В таких случаях их называют по месту расположения: Азорский, Сибирский (в зимнее время) и т. д.



Принцип образования антициклона



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Обычно метеорологи объясняют отклонение ветров не вращением Земли, а так называемой *силой Кориолиса*, порождаемой этим вращением. Однако сила Кориолиса – это «фиктивная сила», условное понятие, вводимое для упрощения формул и уравнений. В реальности же правильнее вести речь не об абстрактной величине, а о непосредственной причине – вращении Земли.

АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ
1

ПОГОДА
И КЛИМАТ
2

ОБЛАКА
3

ВЕТРЫ
И БУРИ
4

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ
5

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ
6

МОРСКОЕ
ДНО
7



урок 19

СИЛА
УРАГАНОВ

Опасности и катастрофы



СЛОВАРЬ:

- штормовой нагон
- шкала Саффира-Симпсона

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- охотники
за ураганами
- стена глаза бури



Чем опасен ураган?

Ты знаешь сказку о девочке Дороти, которая побывала в волшебной стране Оз? Её дом вместе с ней унёс в эту страну ураган. Автор сказки очень точно его описал.

Ураганы – это очень грозная сила. Бушующая над океанами, они грозят бедой кораблям. А достигнув суши, способны причинить немалые разрушения и беды. Правда, опасны они только для прибрежных районов. Ведь оторвавшись от тёплой океанской воды и попав в более прохладный воздух, ураганы быстро слабеют.

Ураган обладает несколькими разрушительными «орудиями». Во-первых, это сильнейшие ветры. Они могут валить деревья и столбы, срывать с домов крыши, нести в воздухе острые обломки. Также на краях урагана могут образовываться торнадо, приводя к ещё большим разрушениям.

Ливни способны затапливать прибрежные города и посёлки, особенно расположенные в низинах.

Самые сильные наводнения возникают из-за того, что ураган способен толкать перед собой океанскую воду. Такой поток называется **штормовой нагон**. Обрушиваясь на сушу, он затапливает её и приводит к серьёзным разрушениям.

При приближении наиболее сильных ураганов жители прибрежных районов эвакуируются – переезжают в безопасные места.

Самым разрушительным ураганом в истории стал в 1970 г. тропический циклон *Бхола*. Он возник в Индийском океане и обрушился на территорию Индии и Бангладеш. Погибло около полмиллиона человек. Люди заранее были предупреждены об исключительной опасности, но мало кто придал этому значение.

Несмотря на большую опасность ураганов, Бог использует их и для созидания. Ливни могут прекращать засухи. А ураганные ветры переносят семена растений, а также насекомых, на недавно возникшие посреди океанов вулканические и коралловые острова.



- ?
- Какими способами ураган, достигнув берега, причиняет разрушения?
 - Что такое штормовой нагон?
 - Какая польза может быть от ураганов?



Хотя ураганы меньше внетропических циклонов (их диаметр – сотни, редко более тысячи км), они несут огромный заряд энергии. Это самые свирепые на свете бури. После того как ураган сформировался, он продолжает крепнуть. Максимальная зафиксированная скорость постоянного ветра в тропическом циклоне – 85 м/с (306 км/ч), а отдельные порывы случались до 94 м/с (338,5 км/ч). (В смерче воздух движется ещё быстрее, но лишь на узкой траектории, по которой проходит торнадо, и длится недолго; а тропический циклон может бушевать неделями, охватывая огромные территории).



Спасение пострадавших от наводнения

Европейцы впервые встретились с ураганом, когда каравеллы Христофора Колумба «Пинта» и «Нинья» возвращались от американских берегов. Сам великий мореплаватель описал это так: «Никогда я не видел море столь вздыбленным, столь ужасным, настолько покрытым пеной. Ветер не давал возможности продвигаться вперед... Поверхность моря казалась кипящей, словно вода в котле на большом огне... Ужас вселяла в нас эта буря, вода казалась багрово-красной, кровавой... Корабли теряли шлюпки, якоря, такелаж, они потеряли управление...». К счастью, кораблям Колумба удалось избежать гибели.

Конечно, современные корабли обладают гораздо бóльшим запасом прочности, чем в прошлые века. Но и им трудно бороться с тропическими ураганами. Во время циклона волны в открытом океане мечутся под порывами ветра из стороны в сторону и могут неожиданно вздыматься на 15 метров. Удар такой волны опасен даже для огромных и прочных океанских лайнеров. Поэтому капитаны сверяются со свод-

Тропический ураган средней силы выливает в сутки не меньше 150 мм, а иногда и 230–310 мм осадков. Подсчитано, что если бы энергию одного урагана удалось перевести в электрическую, ею можно было бы снабжать США в течение 3-х лет. Неудивительно, что те ураганы, которые достигают суши, производят там сильнейшие разрушения.

В высоту ураган разрастается до верхних пределов тропосферы: штормовые облака могут достигать 15 000 м.

Разрушительное действие тропических циклонов чрезвычайно велико. На море они несут угрозу кораблям, на суше – прибрежным городам и посёлкам.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Наиболее огромные и опасные волны при урагане – в глазу бури. Приходящие в центр циклона со всех направлений, не сглаживаемые и не направляемые внезапно исчезнувшим ветром, они образуют неимоверную толчею. В 1954 г. танкер из СССР «Магадан» попал в глаз бури. Моряки рассказывали: было невозможно понять, в каком направлении нужно развернуть судно, чтобы избежать ударов волн: они обрушивались со всех сторон, снося все надстройки, исковеркав палубные механизмы и антенны.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



ками погоды и прокладывают курс так, чтобы по возможности избежать встречи с циклоном.

Дойдя до суши, ураган начинает быстро терять силу: ведь он лишается подпитывающих его тёплых воды и воздуха. Поэтому районы в глубине материков находятся в безопасности. Но прибрежные территории принимают на себя весь удар стихии.

Главные разрушительные «орудия» тропического циклона – это ветер (который, помимо прочего, может мчать острые обломки) и ливни. Ещё одно средство из его арсенала – это **штормовые нагоны**: резкое повышение уровня моря вблизи берега (особенно в полузамкнутых заливах). Это происходит из-за воды, скапливающейся впереди бури: её уровень может подняться на 9 м, вызывая появление огромных и мощных волн, со страшной силой обрушивающихся на берег. Наводнения, в отличие от других «поражающих факторов» урагана, могут проникать вглубь суши на 40–45 км, причиняя разрушения волнами и переносимыми обломками.

Ветры на краях урагана, как и на краях грозы, очень изменчивы. В результате здесь могут возникать смерчи. Они значительно увеличивают разрушительную силу циклона.

Как и в случае с торнадо, ураганы оценивают по степени ущерба, который они могут нанести. Для этого используется **шкала Саффира-Симпсона** из пяти категорий.

- Минимальный ущерб: немного повреждены деревья и кустарники; некоторые небольшие суда на стоянке сорваны с якорей.
- Умеренный: значительные повреждения деревьев, некоторые из них повалены; повреждены сборные домики; волнами частично разрушены пирсы и пристани для яхт.
- Значительный: повалена часть больших деревьев, сборные домики разрушены, у небольших зданий повреждены окна, двери и крыши: сильные наводнения вдоль береговой линии, небольшие здания на берегу разрушены.
- Огромный: повалены деревья, кустарники и рекламные щиты, у домов сильно повреждены окна, двери и крыши; наводнения распространяются на 10 км вглубь суши.
- Катастрофический: многие здания серьёзно повреждены, некоторые разрушены полностью; наводнениями причинён сильный ущерб нижним этажам зданий на территории 45 км вглубь суши; необходима эвакуация жителей прибрежных районов.

В октябре 1780 г. в Северной Атлантике бушевал ураган, получивший название *Великий*. Его маршрут и сила точно не зафиксированы, так как базу данных по ураганам начали вести только с 1851 года. На острове Барбадос ветер буйствовал так, что люди не слышали своих же голосов. Перед тем как повалить все деревья, ураган содрал с них кору. Это явление не наблюдалось ни в одном из наиболее сильных современных тропических циклонов. Чтобы сделать такое, скорость ветра должна была превышать 320 км/ч!



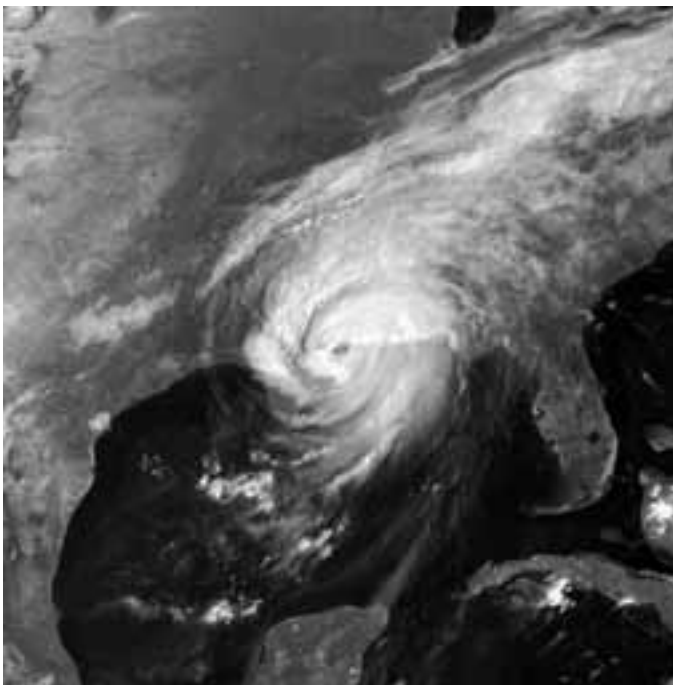
Разрушения, причинённые ураганом Рита в штате Луизиана (24 сентября 2005 г.)

Тропический циклон *Бхола* в Индийском океане 12 ноября 1970 г. стал одним из самых губительных стихийных бедствий в современной истории (хотя его сила достигала только 3-й категории). Он обрушился на Восточный Пакистан (ныне Республика Бангладеш) и индийский штат Западная Бенгалия. Этот ураган унёс около полумиллиона жизней – в основном из-за штормового нагона, затопившего густонаселённые низменности. С приближением шторма к берегу по радио был передан сигнал об исключительной опасности, но почти никто не обратил на него внимания.

Разрушительный циклон *Трейси* под Рождество 1974 г. практически уничтожил город Дарвин в Австралии – при том, что был одним из самых маленьких за всю историю наблюдений: 48 км в диаметре.

Крупнейшим в истории по своим размерам тропическим циклоном стал тайфун *Тип*. Возникнув над Тихим океаном 3 октября 1979 г., к 12 ноября он достиг 2.220 км в диаметре. Внутри него была зафиксирована максимальная скорость ветра 305 км/ч (85 м/с). Тип стал причиной 9-ти кораблекрушений и гибели 44-х рыбаков. Уже ослабевая, он прошёл над Японией, причинив сильные разрушения и унеся ещё 55 жизней.

Наибольшие убытки Соединённым Штатам Америки принёс в конце августа 2005 г. ураган 5-й категории *Катрина*. Сильнее всего пострадал город Новый Орлеан: под водой оказалось около 80 % его площади. Ущерб составил 125 миллиардов долларов.



Ураган Катрина над Новым Орлеаном 28 августа 2005 г.



Монумент в австралийском городе Дарвине: три балки, скрученные циклоном Трейси

Большинство человеческих жертв при ураганах в наши дни связано с беспечностью жителей или властей. Ведь, в отличие от торнадо, тропические циклоны движутся над океаном сравнительно медленно. Поэтому метеорологи предупреждают об их приближении минимум за 1,5–2 суток. Это даёт возможность принять защитные меры, а в случае серьёзной опасности – провести эвакуацию населения или посоветовать людям самим покинуть опасный район.

За сутки до прихода урагана Катрина в Новом Орлеане была объявлена обязательная эвакуация. Город покинуло более миллиона человек (около 80 % мест-

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



ного населения). Тем, кто почему-то не смог уехать, городские власти предложили укрыться на территории крытого стадиона. Там стихийное бедствие переждало около 30 тысяч человек. И всё же из-за Катрины погибло минимум 720 жителей Нового Орлеана – в основном те, кто пренебрегли мерами безопасности.

Хотя тропические циклоны часто причиняют людям очень большой вред, от них есть и польза. Значительные количества воды, приносимые ими, могут прекращать засухи. Ураганы переносят огромное количество энергии из тропических широт в умеренные; благодаря им уменьшается разница температур на различных участках поверхности Земли. Это делает климат на всей планете более умеренным, пригодным для жизни.

Тропические циклоны также переносят на огромные расстояния семена, насекомых и даже довольно крупных животных. Так они способствуют заселению растениями и живыми существами молодых вулканических и коралловых островов. В 1865 г. ураган принёс на остров Гваделупа пеликанов, которые раньше там не жили.

Даже в мире, который испорчен последствиями грехопадения, Господь использует сотворённые Им природные стихии во благо.



Затопленный Новый Орлеан после Катрины

ЦИКЛОН В ВАННЕ



На прошлых двух уроках ты наблюдал за вихрями, используя жидкости. Ведь воздушные завихрения было бы труднее увидеть. Давай сегодня посмотрим на модель циклона, создать которую очень просто.

Набери в ванну воду, чтобы она покрывала дно на 6–10 см. Теперь открой пробку. Ты много раз видел, как вода уходит в сливное отверстие. Но теперь присмотришься к этому повнимательнее. Вода над отверстием завивается, образуя воронку. Можешь помочь ей, закрутив воду пальцем в ту или в другую сторону. Воронка стала лучше видна, скорость воды в ней усилилась, а в середине появилось пустое пространство – «глаз» твоей рукотворной бури. Ты можешь аккуратно вставить в этот «глаз» палец: он не намокнет.



Чтобы лучше рассмотреть образование воронки, воду можно подкрасить. Опустить в воду мягкую кисточку с акварельной краской или капнуть пипеткой 1–2 капли «зелёнки».

Чтобы лучше рассмотреть образование воронки, воду можно подкрасить. Опустить в воду мягкую кисточку с акварельной краской или капнуть пипеткой 1–2 капли «зелёнки».



Главное отличие твоей модели от циклона в том, что воду в ней заставляет двигаться к центру не перепад давления, а сила гравитации.

А что закручивает воду в ванне? Тоже влияние вращения Земли, как и в атмосферных вихрях? Если так, тогда направление вращения должно зависеть от географического полушария, в котором ты ставишь свой опыт.

В некоторых книжках утверждается именно это: «севернее экватора вода, выходящая из ванны, будет всегда вращаться в другую сторону, чем в ванне, стоящей от экватора на юг». Но на самом деле это не так. Ты можешь сам легко это проверить, закручивая воронку в ванне пальцем в разные стороны. Для размеров ванны влияние земного вращения крайне мало. Гораздо сильнее на вращение воронки влияют форма и наклон самой ванны, сила и направление выдёргивания пробки из слива, внешние воздействия (например, со стороны твоего пальца) и другие обстоятельства.

Схожесть различных вихрей – интересная и во многом таинственная тема. Посмотри на фотографию спиральной Галактики – и ты узнаешь знакомую картину, которую видел и на фотографиях циклонов, и в собственной ванне. В огромном и многообразном мире видны черты единого совершенного замысла.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- Чем опасен ураган для кораблей?
- Какие проявления ураганов приводят к разрушениям?
- Какие пять категорий ураганов ты знаешь?
- Как циклоны участвуют в заселении островов?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- Что произойдёт, если сблизятся и подойдут вплотную друг к другу два циклона?



ОХОТА ЗА УРАГАНАМИ

Спрогнозировать и вовремя обнаружить зарождение урагана так же важно, как и выявить торнадо. Но в этом случае есть гораздо больше времени в запасе. Ведь, хотя ветры внутри урагана дуют с огромной скоростью, сам ураган движется относительно неторопливо. Поэтому метеорологи обычно предупреждают людей о его приближении за 2–3 дня.

Для слежения за ураганом используется доплеровский радар. Он бывает эффективным, когда циклон уже подходит близко к берегу, где располагается антенна. Но на ранних этапах, когда ураган ещё далеко в океане, радары не «видят» его на таком большом расстоянии. Поэтому приходится использовать и другие средства.

Важную роль в обнаружении зарождающихся ураганов и определении их маршрутов играют *метеорологические спутники*, посылающие с земной орбиты непрерывный поток данных. Некоторые ураганы настолько огромны, что полностью их можно увидеть только на фотографиях, сделанных из космоса. Но спутники передают лишь изображение бурь, не сообщая точной скорости ветра и показателей атмосферного давления. А ведь именно эти данные важны для определения силы бури и степени её опасности.



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Тайфун Тип стал одним из наиболее изученных тропических циклонов: пилоты осуществили 60 полетов в этот ураган.

Чтобы получить такую информацию, за дело берутся **охотники за ураганами**. Так называется группа пилотов ВВС США, которые на своих самолетах «WP-3D Orion» совершают полёты внутри тропических циклонов над северной частью Атлантического океана и северо-восточной частью Тихого океана. Эскадрилья состоит из двадцати групп, по шесть членов экипажа в каждой.

Охотники за ураганами должны быть готовы ко всему, когда летят сквозь бурю. По краям урагана ветры очень непредсказуемы. На пути к центру циклона стоят преграды из крутящихся дождевых полос, разделённых участками, почти лишёнными осадков. А после пилотам необходимо пролететь через **стену глаза бури** – кольцо плотных грозовых облаков. В этом месте дуют сильнейшие ветры и льёт самый сильный дождь.

Преодолев этот участок, самолёты влетают в глаз бури. Резкое понижение атмосферного давления может снизить высоту полёта приблизительно на 300 метров. Самолёт пролетает около четверти пути вокруг глаза, а затем снова ныряет в бурю и устремляется к другому её краю.

Летя через ураган, экипаж сбрасывает **радиозонды** – контейнеры с приборами для проведения различных измерений, а также с передатчиком, который по радио отправляет собранные данные на компьютеры самолёта и Национального Ураганного Центра США. Зонды снабжены парашютами, чтобы плавно опуститься через бурю и осуществлять измерения разных её участков.

Чаще всего ураган исследуют сразу несколько самолётов, каждый на своём участке. Это позволяет получать более точную картину процессов, происходящих внутри него.

Первым охотником за ураганами был майор Джо Дакворс. 27 июля 1943 г. он пролетел через тропическую бурю возле побережья штата Техас на одномоторном «АТ-6».

Хотя полёты сквозь ураган – очень опасное занятие, опыт и умение помогают пилотам выходить победителями из схватки со стихией. За всё время «охоты» (без малого 70 лет) только 4 самолёта пропали без вести.

Национальный Ураганный Центр располагает также кораблями разведки, которые приближаются к области урагана и исследуют его. Все полученные данные обрабатывают на компьютерах. Если появляются основания считать, что ураган через 48 часов достигнет берега, объявляется штормовое предупреждение.

В западной части Тихого и Индийском океанах такую же работу ведёт эскадрилья ВВС США «Преследователи тайфунов».

Совершенствование методов изучения ураганов, повышение точности прогнозов и своевременное предупреждение об опасности – всё это спасло многие тысячи человеческих жизней.



ЭТО ИНТЕРЕСНО!

КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА

Одной из важнейших составных частей погоды является влияние Солнца. Ты не раз уже мог в этом убедиться. Ведь именно солнечная энергия нагревает воздух, в результате чего он начинает двигаться. А без этого движения смены погодных явлений не было бы вообще.

Но Солнце – это не только источник тепла. Оно влияет на то, что происходит на нашей планете, и другими способами. Поэтому в 90-х годах прошлого века учёные стали говорить о космической погоде. Так называют совокупность явлений на Солнце и околоземном космическом пространстве, оказывающих влияние на процессы в атмосфере и на земной поверхности. Ещё один фактор космической погоды, помимо Солнца, – это магнитное поле Земли.

Солнечный ветер. Это мощный поток электрически заряженных частиц (ионов), вылетающих из солнечной короны и мчащихся в окружающее космическое пространство со скоростью 300–1200 км/с. С солнечным ветром связаны многие явления космической погоды. Самое известное из них – это полярные сияния. О них шла речь на 2-м уроке.

Усиление или ослабление солнечного ветра зависит от солнечной активности.

Геомагнитные бури. Так называются возмущения (изменения направления и величины) магнитного поля Земли. Их вызывают приближения к атмосфере особенно мощных потоков солнечного ветра или выбросов солнечной плазмы. Эти потоки имеют своё собственное магнитное поле, которое начинает взаимодействовать с земным, временно изменяя его.



Магнитные бури воздействуют на многие явления в нашей жизни: создают помехи для связи, самые сильные из них способны нарушать работу электрооборудования и даже целых энергетических систем. Они также могут влиять на здоровье и самочувствие людей. Поэтому когда поступает прогноз о близящейся магнитной буре, людям с хроническими заболеваниями лучше не подвергать себя лишним нагрузкам и, по возможности, оставаться дома.

Длятся магнитные бури от нескольких часов до нескольких суток.

Радиационные штормы. Это явление связано с мощными потоками радиации, идущими от Солнца. Выбросы плазмы и вспышки на солнечной поверхности приводят к резкому усилению таких потоков. Для нас они не представляют опасности: радиация останавливается магнитным полем и атмосферой Земли, так что она не может достичь поверхности планеты. Не опасны эти потоки и для пассажиров

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



самолётов, и для космонавтов на околоземной орбите. Но для космического экипажа, направляющегося к Луне или Марсу, радиационный шторм будет представлять серьёзную угрозу.

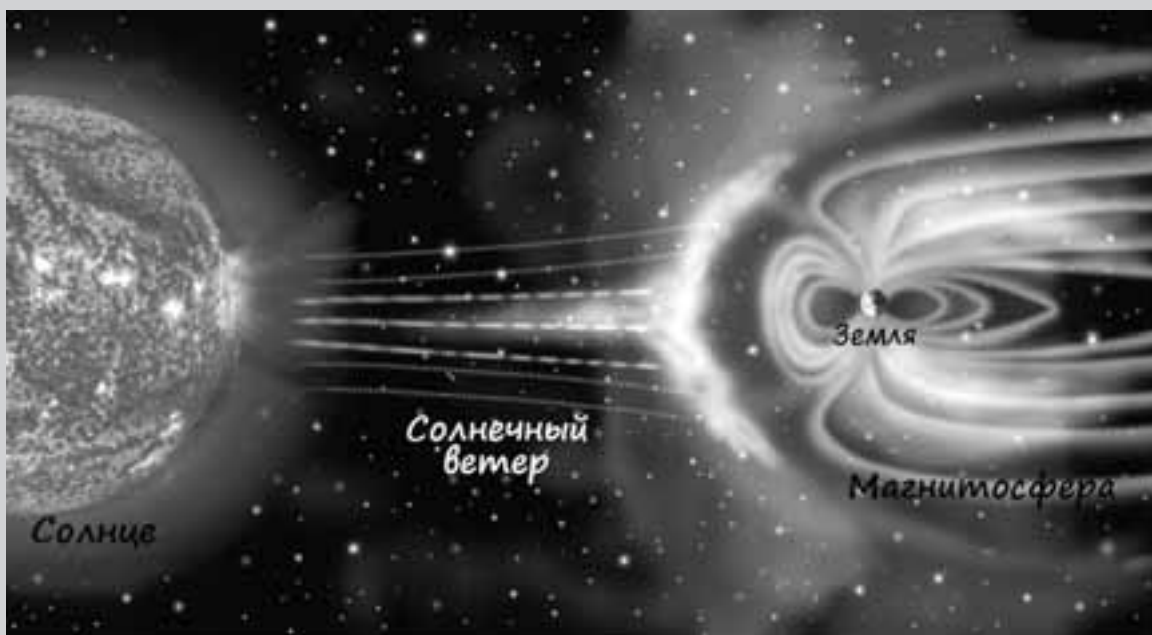
Кроме того, мощные радиационные бури могут вызывать перебои в высокочастотной радиосвязи.

Поэтому изучение и прогнозирование этого явления космической погоды становится всё более важным.

Возмущения ионосферы. Они происходят из-за усиления различных видов солнечного излучения, а также в результате гео-

магнитных бурь. В результате радиосвязь между отдельными регионами на Земле может осуществляться с сильными помехами или вовсе отсутствовать на протяжении долгого времени.

Изучение космической погоды сейчас только начинается. Отсутствуют точные математические формулы и модели, позволяющие описывать и предсказывать её процессы. Тем не менее этот раздел науки быстро развивается. Может быть, ты станешь тем учёным, который будет заниматься изучением космической погоды и совершит очень важное открытие?..



Деформация магнитосферы Земли солнечным ветром

часть 5 НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Инструменты для сбора данных о погоде
- Анализ и прогноз погоды

ТЕМЫ УРОКОВ

урок 20. МЕТЕОПРИБОРЫ (ЧАСТЬ 1)	134
урок 21. МЕТЕОПРИБОРЫ (ЧАСТЬ 2)	141
урок 22. МЕТЕОСВОДКА И ПРОГНОЗ ПОГОДЫ	150
урок 23. МЕТЕОСТАНЦИЯ: ИТОГОВЫЙ ПРОЕКТ	158



урок 20

МЕТЕОПРИБОРЫ (часть 1)

Как измерить погоду?



СЛОВАРЬ:

- синоптики
- термометр
- шкала Цельсия
- шкала Фаренгейта
- барометр
- барометр-анероид
- гигрометр
- психрометр

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- индекс жары
- коэффициент резкости погоды



Какими инструментами пользуются синоптики?

Ты уже знаешь, какие погодные показатели интересуют метеорологов (если подзабыл – перечитай урок 4). Изучая их, исследователи выяснили причину многих погодных и климатических явлений.

Но в обычной жизни нам гораздо важнее знать не причину, из-за которой возникают, например, дождевые облака, – а идёт ли дождь в том городе, куда мы сейчас едем, и ожидаются ли осадки в ближайшие дни или нет (чтобы знать, брать ли с собой зонтик).

Те метеорологи, которые собирают данные о состоянии погоды в данный момент и прогнозируют её изменения в ближайшем будущем, называются **синоптиками**. Чтобы измерять погодные показатели, они пользуются различными инструментами и приборами.

Самый известный «погодный» прибор – это **термометр**. Взглянув на него, мы сразу узнаём, тепло или холодно на улице. Подкрашенный спирт в запаянной трубочке от жары расширяется и поднимается вверх. При похолодании, наоборот, его уровень снижается. Рядом с трубочкой

помещена шкала с отмеченными на ней градусами, и уровень спирта указывает нам *температуру воздуха*.

Перед грозой и приходом циклона меняется *атмосферное давление*. Поэтому следить за его величиной – очень важно для прогноза погоды. Чтобы измерять давление воздуха, синоптики используют **барометр**. Он может быть различной конструкции. Возможно, у тебя дома висит на стене круглый барометр со стрелкой. Это *барометр-анероид*. Его стрелка прикреплена к металлической коробочке, из которой откачан воздух. При повышении атмосферного давления коробочка сжимается, а при понижении – раздувается и двигает стрелку по шкале.

Ещё один показатель, который нужно знать синоптикам, – влажность воздуха. Для этого используют инструмент под названием **психрометр**.



Не пугайся трудного слова: это всего лишь два термометра, соединённые вместе. Вокруг нижней части одного из них обмотан кусочек влажной ткани. Эта вода испаряется и при этом охлаждает спирт в термометре. Чем суше воздух, тем быстрее он впитывает влагу, и тем сильнее охладится «влажный» термометр. Поэтому температура, которую он покажет, будет гораздо ниже, чем на другом термометре. Если же воздух уже насыщен влагой, из ткани испарится совсем немного воды, и на обоих термометрах будет приблизительно одинаковая температура. Сравнив их показания, синоптики по таблице определяют уровень влажности воздуха.

В следующий раз ты узнаешь о других инструментах, которыми пользуются синоптики.

- ?
- Что измеряет термометр?
 - Что измеряет барометр?
 - Что измеряет психрометр?



На 4-м уроке ты узнал, какие основные погодные показатели изучают метеорологи. Они делают это и для того, чтобы лучше понимать процессы, происходящие в атмосфере, и чтобы следить за погодой на Земле в данный момент и прогнозировать её изменения. Метеорологи, занятые практической деятельностью – сбором, анализом данных и прогнозированием погоды, – называются **синоптиками**.

Чтобы производить измерения, собирать данные, необходимо множество различных приборов и устройств. Давай посмотрим, какими инструментами вооружены синоптики.

Когда большинство людей интересуется погодой на улице, они первым делом спрашивают: «Какая сегодня температура?».

Первым инструментом для измерения температуры был *термоскоп*, изобретённый Галилео Галилеем в 1592 г. Это был запаянный стеклянный цилиндр с водой, в которой плавали стеклянные шарики (от 3 до 11). На этих поплавках были бирки со значениями температуры. Каждый поплавок содержал внутри разное количество воды, а значит, обладал отличной от других шариков *плотностью*. При охлаждении цилиндра плотность воды в нём постепенно увеличивалась. Как только она превышала плотность одного из шариков, тот всплывал наверх (если ты уже читал пособие «Мир веществ», то понимаешь, почему). При повышении температуры процесс шёл в обратную сторону. Посмотрев на бирку на нижнем из всплывших шариков, можно было приблизительно узнать температуру воздуха.

В наши дни для этой цели используют **термометры** – запаянные стеклянные трубки, внутри которых находится ртуть или покрашенный спирт. Нагреваясь, жидкость расширяется, а охлаждаясь – сжимается. Уровень поднявшейся или опустившейся жидкости указывает на прикреплённой к термометру шкале температуру воздуха. Чтобы термометр показывал точные данные, нужно следить, чтобы он не оказался под прямыми солнечными лучами или возле поверхности, излучающей тепло.



Современный сувенирный термоскоп

1 АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ ДНО



Обычно на термометры наносится одна из двух шкал (иногда – обе сразу): или созданная шведским учёным Андерсом Цельсием, или предложенная немецким физиком Даниэлем Габриэлем Фаренгейтом. Мы привыкли измерять температуру по **шкале Цельсия** (она обозначается латинской буквой С). На ней точка замерзания воды (при обычном атмосферном давлении) обозначается как 0 °С, а её точка кипения – как 100 °С. Фаренгейт исходил из других величин; в результате, по **шкале Фаренгейта**, (она обозначается латинской буквой F) вода замерзает при 32 °F, а закипает при 212 °F. Поэтому если ты услышишь в американском кинофильме, что на улице 77 градусов тепла, не пугайся: это значение по Фаренгейту. На шкале Цельсия оно соответствует 25 градусам выше нуля.



Термометр с двумя шкалами

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Давай вспомним: стандартным называется атмосферное давление на уровне моря при нормальных погодных условиях и при температуре воздуха равной 15 °С. Оно составляет 760 мм ртутного столба (или, в других единицах, 101,3 килопаскаля). При этом на 1 кв. см поверхности давит вес в 1033 грамма.

Встречаются также термометры других конструкций: механические и электрические.

Второе состояние атмосферы, которое исследуют синоптики, – атмосферное давление. По его изменению можно предсказать приближение атмосферного фронта, циклона или грозы. Для таких измерений используется **барометр**. Ты читал в разделе «Это интересно!» о том, как в 1644 г. его изобрёл ученик Галилея – Эванджеллиста Торричелли. Первый барометр представлял собой запечатанную стеклянную трубку, помещённую одним концом в ртуть. Барометры, работающие по тому же принципу, существуют и сегодня.

Другой тип барометра был изобретён Люсьеном Види в 1844 г. Это **барометр-анероид**, в котором жидкость не используется. Внутри него находится цилиндрическая металлическая коробка, из которой откачан воздух. При повышении атмосферного давления коробка сжимается, а при понижении – раздувается. Эти изменения передаются на стрелку-указатель, которая перемещается по шкале. Чтобы удобнее было сравнивать новое показание с предыдущим, анероид снабжён стрелкой-«памятью», которую совмещают с указателем. Тогда в следующий раз сразу видно, в какую сторону и насколько переместился указатель. Такой барометр очень удобен и применяется чаще ртутного.

Обычно давление воздуха в помещении соответствует давлению воздуха снаружи. Поэтому для простоты использования барометры держат дома, не выставляя за окно.

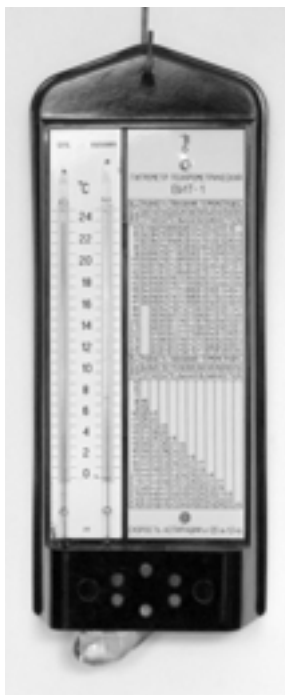
Как ты знаешь, атмосферное давление меняется не только в зависимости



от движения воздушных масс, но и с изменением высоты. По мере подъёма давление воздуха уменьшается. Поэтому барометры-анероиды используют и для определения высоты (в качестве *высотометра*). Для этого их шкалу размечают в метрах.

Гигрометр – это прибор для определения ещё одного важного погодного показателя: влажности воздуха. Существуют несколько типов гигрометров, действие которых основано на разных принципах.

Наиболее интересуют синоптиков не абсолютная, а *относительная влажность* (снова вспоминай урок 4), то есть насколько насыщенность воздуха влагой близка к предельной. Для измерения этой величины чаще всего используется **психрометр**. Он состоит



Психрометр

из двух термометров – «влажного» и «сухого». Шарик влажного термометра обернут хлопчатобумажной тканью, нижняя часть которой опущена в сосуд с водой. Этот термометр будет показывать более низкую температуру, чем другой: ведь вода с его поверхности испаряется, на это затрачивается определённое количество тепла, и шарик влажного термометра охлаждается. Чем меньше воздух насыщен водяными парами, тем интенсивнее происходит испарение, и тем больше разница между показаниями сухого и влажного термометров. Зная их показания, можно вычислить относительную влажность воздуха, по психрометрической таблице (она часто помещается на корпусе прибора).

Если к моменту измерения воды в психрометре не было, её туда наливают пипеткой. После этого нужно подождать 5–10 минут, и потом снять показания. Чтобы сократить это время, был придуман *працевой психрометр*. У него есть ручка, прикреплённая к корпусу с термометрами, чтобы раскручивать их вокруг оси. При этом воздух контактирует с влажным термометром быстрее, и показатели можно снимать уже через несколько секунд.

В состав других гигрометров термометры не входят. В некоторых из них используется обезжиренный *человеческий волос* или

(более современный вариант) тонкая *органическая плёнка*: эти материалы изменяют свою длину при изменении влажности воздуха. Прикреплённая к ним стрелка перемещается вдоль шкалы относительной влажности. *Весовые (абсолютные) гигрометры* содержат вещество, способное поглощать влагу из воздуха. Зная вес этого вещества до и после измерения, а также объём воздуха, пропущенного насосом через прибор, находят абсолютную влажность. Существуют также *электрические* гигрометры. В них

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Некоторые люди чувствительно воспринимают изменения атмосферного давления. При резком понижении давления воздуха у них может стать затруднённым дыхание, наступить общая слабость, иногда ощущение, что «кости ломит», а при резком повышении – появиться сердечные и головные боли. При таких симптомах не нужно паниковать. Надо максимально снизить физическую нагрузку и посоветоваться с врачом об индивидуальных средствах поддержки организма при перепадах давления.



Працевой психрометр

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



измеряется *электрическое сопротивление* пластинки, которое меняется в зависимости от влажности воздуха.

О других синоптических инструментах ты узнаешь на следующем уроке.



СОБИРАЕМ ПСИХРОМЕТР

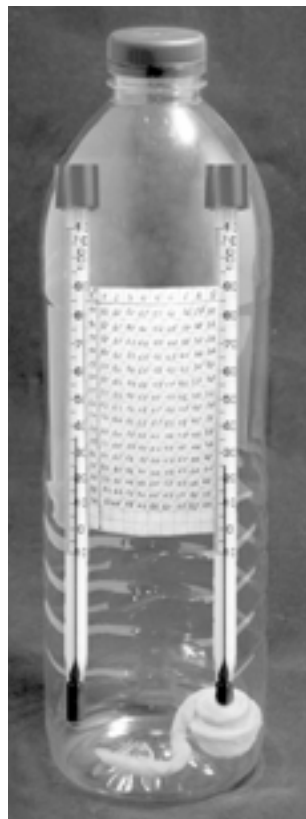
Конечно, психрометр можно купить в магазине, где продаются различные приборы. Но гораздо интереснее собрать его своими руками.

Цель: сделать психрометр в домашних условиях и определить влажность воздуха.

Необходимые материалы: два аквариумных термометра, маленький лоскут хлопчатобумажной ткани, плотной марли или ватный диск, прозрачный флакон из-под шампуня, нитки, изолента или скотч, одноразовый шприц, дистиллированная вода (продаётся в аптеке), психрометрическая таблица.

Ход работы

1. Вначале необходимо протестировать термометры. Поставь их в тень рядом друг с другом. Если через 15 минут они покажут одинаковую температуру, можно продолжать изготовление психрометра. Если есть разница хотя бы в 1 градус – значит, на одном из термометров неверно нанесена шкала, и нужно подобрать другую пару. Иначе психрометр будет давать существенную погрешность.
2. Приложи один из термометров вертикально к флакону от шампуня (флакон должен быть выше термометра). Сделай на флаконе пометку на 0,5 см ниже того места, где термометр заканчивается.
3. Острым концом ножниц сделай в этом месте небольшое отверстие.
4. Температурный датчик на нижнем конце одного из термометров плотно оберни в один слой лоскутом или ватным диском, смоченным в дистиллированной воде.
5. Плотнo обмотай мокрый лоскуток ниткой, чтобы прикрепить ткань к термометру. Не перевязывай туго лоскуток под термометром, чтобы не препятствовать прохождению воды по ткани.
6. Прикрепи оба термометра изолентой или скотчем к верхней части флакона, чтобы они были прижаты снаружи к той его стенке, в которой сделано отверстие.
7. Вставь нижнюю часть ткани в отверстие в стенке флакона, чтобы она доставала до его дна.
8. Через верхнее отверстие флакона залей внутрь одноразовым шприцем немного дистиллированной воды.
9. Скопируй психрометрическую таблицу, помещённую ниже, и наклей её прозрачным скотчем на другую сторону флакона.
10. Твой психрометр готов! Проверь, не забыл ли ты намочить ткань на «влажном» термометре, и поставь прибор туда, где он никому не будет мешать.
11. Через 20 минут запиши показания на обоих термометрах.



12. Вычти из показания сухого термометра показание влажного.
13. Найди в таблице место пересечения строки, соответствующей показанию сухого термометра, и столбца, соответствующего разности показаний двух термометров. Число, которое стоит в месте пересечения строки и столбца, – это величина относительной влажности воздуха (в процентах).

Показания сухого термо- метра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометра, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Относительная влажность, %										
15	100	92	80	71	61	52	44	36	27	20	
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	
27	100	93	85	78	71	64	58	52	47	41	
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	
29	100	93	86	79	72	65	59	54	49	43	
30	100	93	86	79	73	66	60	55	50	44	

Например: показание сухого термометра 25°, показание влажного термометра 17°. Их разность равна 8. На пересечении строки со значением 25 и столбца со значением 8 стоит число 44. Значит, относительная влажность воздуха равна 44 %.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Как устроен и что измеряет термометр?
 - Какие две температурные шкалы наиболее распространены?
 - Как устроен и что измеряет барометр?
 - Как устроен и что измеряет психрометр?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Почему для синоптиков знать относительную влажность воздуха важнее, чем абсолютную?
 - Почему термометры показывают правильную температуру в тени, а под прямыми солнечными лучами «лгут»?

АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

1

ПОГОДА
И КЛИМАТ

2

ОБЛАКА

3

ВЕТРЫ
И БУРИ

4

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

5

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

6

МОРСКОЕ
ДНО

7



ОЩУЩАЕМАЯ ТЕМПЕРАТУРА

Относительная влажность влияет не только на погодные изменения, но и на то, насколько комфортно ты будешь себя ощущать на улице.

Бог создал твоё тело способным регулировать свою температуру. Когда оно нагревается сильнее, чем положено, то начинает выделять пот. Для чего это нужно? Тепло твоего тела помогает поту испаряться – и затрачивает на это испарение энергию. В результате само оно охлаждается.

Но если относительная влажность воздуха высока, пот испаряется плохо, и тело охлаждается медленно. Поэтому в тёплое время года при высокой влажности воздуха человек может ощущать, что на самом деле жарче, чем показывает термометр (о такой влажной духоте говорят: «на улице парит»).

Синоптики на основании расчётов составили таблицу для определения **индекса жары**. Он показывает, на сколько градусов человек ощущает жару в зависимости от относительной влажности воздуха – или, иными словами, какой должна быть температура при сухом воздухе, чтобы твои ощущения были такими же самыми.

Смотри, как интересно получается. Если, например, температура воздуха по термометру равна 32 °С, а относительная влажность составляет 50 %, ты будешь ощущать температуру в 34 градуса. Но вот немного похолодало, и градусник показал, что температура уменьшилась до 29 °С. Ура, ура!.. Но не спеши радоваться, потому что влажность воздуха резко возросла и составляет уже 85 %. В результате теперь ты ощущаешь зной, равный 36 °С. Хотя на самом деле температура упала на 3 градуса, тебе стало на 2 градуса жарче, потому что твоё тело теперь очень плохо испаряет пот.

Причём так себя чувствовать ты будешь, находясь в тени. Тепло от прямых солнечных лучей создаёт ощущение ещё более высокой температуры. Оно может добавлять к индексу жары до 8 °С! Людям, которые живут в жарком влажном климате, нужно учитывать эти обстоятельства. В жару им необходимо пить больше воды и стараться ограничить своё пребывание на улице.

А как мы переносим холодную погоду? Вокруг твоего тела существует тонкая прослойка тёплого воздуха. Ветер эту прослойку сдувает. Поэтому человек, в зависимости от силы ветра, ощущает, что на самом деле холоднее, чем показывает термометр. Температуру, соответствующую этим ощущениям, называют **коэффициентом резкости погоды**.

Если бы ты вышел на улицу при температуре +2 °С и сильном ветре, скорость которого была бы 15 м/с, ты ощущал бы мороз: –6 °С! А вот при температуре –1 °С и скорости ветра 2 м/с тебе было бы немножко теплее: как при –4 °С в безветренную погоду. Понял, почему так получается? В первом случае из-за ветра тепло теряется намного быстрее.

Поэтому в холодное время года, если дует ветер, прикрывай одеждой уши и руки, чтобы не обморозить их.

Чтобы ты мог сам определять индекс жары и коэффициент резкости погоды, распечатай таблицы для их определения (они помещены в интернете по адресу: <http://www.scienceandapologetics.org/temperature.html>).



МЕТЕОПРИБОРЫ (часть 2)

От флюгера до спутника

урок 21



СЛОВАРЬ:

- анемометр
- метеорологическое направление ветра
- флюгер
- ветроуказатель
- дождемер
- метеостанция
- метеорологическая будка
- метеозонд
- радиозонд
- метеоспутник
- аэрозоли

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- геостационарная орбита
- полярная орбита
- солнечно-синхронная орбита

Как собирают информацию о погоде?



На прошлом уроке мы начали говорить об инструментах, с помощью которых собирают данные о погоде. *Термометры* используются для измерения температуры воздуха, *барометры* – для измерения атмосферного давления, *психрометры* – для измерения относительной влажности.

А как измерить ветер?.. Синоптики делают это двумя способами. Во-первых, они определяют, откуда он дует. Для этого используются два приспособления. **Флюгер** – это стрелка на длинном шесте, которая поворачивается и указывает в ту сторону, *откуда* дует ветер. **Ветроуказатель** – это большой полый мешок, который ловит ветер и под его действием отклоняется в том направлении, *куда* он дует. Во-вторых, исследователи измеряют скорость ветра. Для этого служит особый инструмент – **анемометр**. Ветер вращает его, словно игрушечную вертушку – тем быстрее, чем выше его скорость.

Чтобы узнать, сколько воды выпадает на землю во время дождя, синоптики используют **дождемер** – стакан с прямыми сторонами и шкалой. Его выставляют под дождь, а потом забирают и смотрят, сколько миллиметров осадков выпало.

Все приборы, о которых ты узнал, вместе называются **метеостанция**. Они помогают узнать погоду в том месте, где производятся исследования.

А как узнать погоду высоко над землёй? Для этого приборы метеостанции соединяют с радиопередатчиком и отправляют в небо на **метеозонде** – воздушном шаре, наполненном гелием. Приборы показывают погодные показатели, а радиопередатчик передаёт эти показатели на землю. В результате синоптики могут представить себе полную картину погодных изменений и сделать прогноз, какой будет погода в ближайшие дни.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



- ?
- Что показывают флюгер и ветроуказатель?
 - Что измеряет анемометр?
 - Что измеряет дождемер?
- Как учёные изучают погоду высоко в атмосфере?

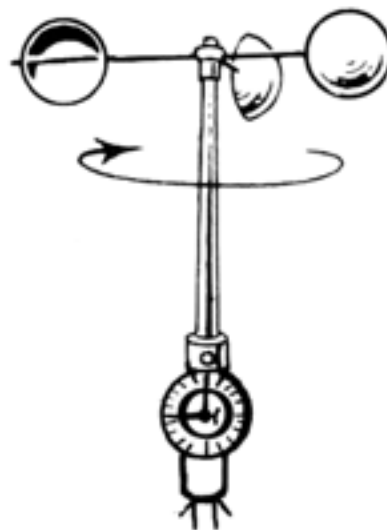


Мы разобрали, при помощи каких приборов синоптики измеряют три из пяти основных характеристик погоды: температуру, давление и влажность воздуха. Но есть и другие показатели, которые тоже необходимо измерить. Например, четвертую важнейшую погодную характеристику: скорость и направление ветра.

Скорость ветра измеряется **анемометром**. Этот прибор состоит из трёх чашечек, закреплённых на вертикальном металлическом стержне. Ветер давит сильнее на вогнутую поверхность чашечек, заставляя анемометр вращаться. Стержень соединён со стрелкой, которая показывает на циферблате скорость ветра в «узлах» – морских милях в час. Один узел приблизительно равен 1,85 км/ч или 0,5 м/сек.

Иногда используются анемометры и других конструкций.

Для измерения направления ветра применяются простейшие устройства: флюгер и ветроуказатель. Прежде чем мы поговорим о них, запомни: **метеорологическое направление ветра** – это место, откуда ветер приходит. Например, если ветер дует на восток, это означает, что он пришёл с запада; поэтому такой ветер называется западным.



Анемометр



Флюгер

указывает метеорологическое направление ветра, то есть повернута ему *навстречу*. Например, если стрелка направлена на запад, значит, дует западный ветер.

Иногда к оси флюгера крепят свободно качающуюся пластинку: по тому, на какой угол отклоняет её

Флюгер – это металлический флажок со стрелкой, свободно вращающийся на вертикальной оси. При малейшем дуновении ветра он поворачивается. Хвостовая часть флюгера (с флажком) всегда направлена в сторону, в которую дует ветер. Поэтому стрелка, которая крепится с другой стороны,



Декоративные флюгера – прекрасные украшения домов



ветер, можно приблизительно определить его скорость. В других случаях для той же цели к оси флюгера приделывают лёгкую вертушку (по сути, простейший анемометр).

Флюгер используют не только синоптики: его часто ставят на жилых домах и общественных зданиях. Такие флюгера обычно выглядят красиво и необычно: они не только указывают направление ветра, но и служат украшением.

С ветроуказателем ты уже знаком, и даже сам изготовил его действующую модель. Настоящий **ветроуказатель** – это длинный конус из ткани, прикрепленный к концу высокого шеста. Конус улавливает ветер и растягивается во всю длину, показывая направление ветра. Он указывает в сторону, *противоположную* метеорологическому направлению ветра: например, если конус отклонился на юг, это означает, что дует северный ветер.



Ветроуказатель

Чаще всего ветроуказатель используется в авиации, располагаясь на лётном поле.

Измеряя день за днём направление ветра, синоптики составляют *розу ветров*, чтобы выяснить, какие ветры преобладают в данной местности.



Дождемер

Пятая важная погодная характеристика – это количество выпадающей влаги. Для замера осадков, в частности дождя, используется очень простой инструмент: **дождемер**. Это цилиндрический стакан с прямыми стенками, на одну из которых нанесена шкала в миллиметрах. Его устанавливают на высоте 2 м над поверхностью. Периодически проверяя стакан, выясняют, сколько миллиметров осадков выпало за определённое время. Чтобы определить количество твёрдых осадков (снега и дождя), стакан заносят в тёплую комнату, ждут, пока его содержимое растает, и производят замер.

Таковы основные приборы, с помощью которых синоптики получают информацию о погоде в том или ином месте Земли. Собранные вместе, они образуют **метеостанцию**.

Термометр и психрометр – наиболее чувствительные приборы, которым необходимы специальные условия, чтобы они показывали правильные данные. Поэтому синоптики помещают их в **метеорологическую будку** (она изображена на фотографии в начале этого урока). Это небольшой деревянный ящик, который, как и дождемер, устанавливается на высоте 2 м от земли – так, чтобы на него в течение дня не падала никакая тень. Он выкрашен в белый цвет, чтобы отражать солнечные лучи и как можно меньше нагреваться. Стенки будки сделаны с прорезями для свободного прохода воздуха. Крышка защищает будку и от лучей солнца, и от воды: она плотно прилегает к стенкам и имеет наклон, чтобы осадки стекали на землю. Чтобы во время

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



снятия показаний на приборы не падал прямой солнечный свет, дверцу располагают с северной стороны.

Однако, чтобы успешно прогнозировать погоду, метеостанции мало. Необходима информация о погодных условиях во всей атмосфере, включая большие высоты. Ведь именно там образуются облака, ветры и бури. Для таких измерений используются *метеозонды* и *радиозонды*.

Метеозонд – это большой шар-аэростат, наполненный гелием. Он может достигать высоты 30–40 км. К метеозонду подвешивается контейнер с измерительными приборами. В прошлом приходилось придумывать способ возвращения этих приборов на землю, чтобы можно было посмотреть на их показания.

7 января 1929 г. французский исследователь Роберт Буре соединил вместе метеоприборы и радиопередатчик, чтобы получать данные по радио – и не только итоговые, а на всём протяжении подъёма шара. Это устройство Буре назвал **радиозондом**.

Радиозонды стараются делать максимально дешёвыми, чтобы не нужно было заботиться об их возвращении. Поэтому после разрыва оболочки метеозонда радиозонд чаще всего падает на землю и разбивается.

Иногда радиозонд сбрасывают с самолёта на парашюте – например, при изучении бури.



Метеозонд и радиозонд



Радар

Для сбора метеоданных используется и гораздо более сложное оборудование. Антенны *радаров* посылают микроволновые сигналы, которые отражаются от капель воды и кристаллов льда. Когда сигнал возвращается, метеоролог получает изображение того, что происходит внутри облака. *Доплеровский радар* посылает сигналы таким образом, что становится возможным определить направление и скорость движения ураганов и смерчей.

Современные синоптические исследования немислимы без **метеоспутников**. Они специально сконструированы для получения из космоса метеорологических данных о Земле. Такие спутники отслеживают с околоземной орбиты передвижение облаков и воздушных масс, фиксируют зарождение и движение ураганов, определяют температуру земной поверхности, наблюдают за облачным, снежным и ледовым покровом, фиксируют содержание в атмосфере **аэрозолей** – мельчайших твёрдых частиц различного происхождения, взвешенных в воздухе.

И, наконец, самый важный прибор, помогающий собрать воедино информацию о погоде и составить прогноз, – это *компьютер*. Без него сегодня не работает ни одна метеостанция. Это позволяет формировать через интернет единую базу погодных данных по всему миру.



Метеорологический спутник «Метеор-М»





ДЕЛАЕМ ДОЖДЕМЕР

Дождь – благословение от Бога. Он даёт земле и всему живому воду, необходимую для существования.

Измерить количество дождя, которое выпадает в твоём дворе, совсем просто. Только заранее попроси родителей купить новый портняжный метр – тканевую ленту с делениями (хорошо, если на ней будут отмечены миллиметры). Попроси у них разрешения разрезать эту ленту ножницами, чтобы использовать её в своей работе.

Цель: сделать дождемер.

Материалы: стеклянная банка с прямыми стенками и плоским дном, лист бумаги, фломастер, линейка, ножницы, прозрачный скотч.

Ход работы

1. Отрежь от листа бумаги полоску.
2. В самом низу полоски нанеси фломастером деление «0». При помощи линейки изобрази на полоске шкалу, отсчитывая сантиметры снизу вверх.
3. Скотчем прикрепи шкалу к банке. Нулевое деление должно совпадать с уровнем её дна.
4. Помести дождемер на открытом месте так, чтобы он мог свободно улавливать осадки. Этому не должны мешать ни ветви деревьев, ни другие препятствия.

Выводы:

Когда пойдёт дождь, твой дождемер начнёт собирать информацию о количестве выпавших осадков. После дождя ты сможешь посмотреть, до какого деления дошёл уровень скопившейся в банке воды. Записав результат, вылей воду из дождемера, чтобы он снова был готов к работе.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- Как и чем синоптики измеряют ветер?
- Как и чем измеряется уровень осадков?
- Для чего нужна метеорологическая будка?
- Как называются собранные вместе синоптические приборы?
- Как удаётся измерить погоду на большой высоте?
- Какие сложные современные приборы используют синоптики?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- Какие бывают виды анемометров и как они устроены?
- Какие ещё приборы и устройства входят в состав метеостанций?
- Как наличие в атмосфере аэрозолей влияет на погодные явления?



МЕТЕОСПУТНИКИ

До появления космических аппаратов метеорологи не знали, как взаимодействуют погодные условия в масштабе всей планеты. Данные об этом собирали вначале с помощью кораблей, потом – метеозондов и самолётов. Но картина оставалась незаконченной – прежде всего, из-за невозможно-

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



сти постоянного сбора информации о том, что происходит над океанами. А ведь океан играет, как ты узнаешь дальше, очень важную роль в формировании как погоды, так и климата.

Поэтому сразу же после запуска первого искусственного спутника Земли (4 октября 1957 г.) учёные заинтересовались возможностью наблюдать за земной атмосферой из космоса. 1 апреля 1960 г. в США был запущен аппарат «TIROS-1», передавший первое в мире изображение нашей планеты из космоса. Он посылал на Землю около 4000 фотографий каждую неделю.

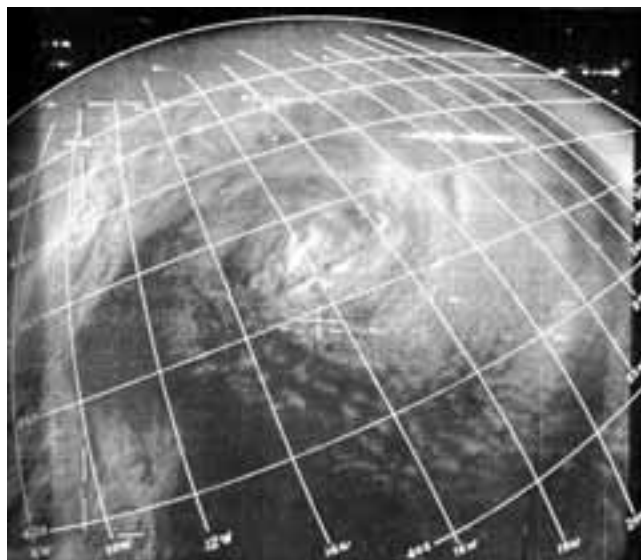
Спутники помогли метеорологам впервые понять: их представления о формировании ветров и бурь были неверны. Фотографии показали, что циркуляция атмосферы – это единый процесс, в котором все части связаны друг с другом и друг на друга влияют. Была понята роль таких глобальных явлений, как струйные течения, в распределении воздушных потоков по всему миру.

К 1966 г. были запущены ещё 9 спутников «TIROS». Данные, передаваемые ими, дополняли друг друга. Так была создана первая глобальная метеорологическая спутниковая система.

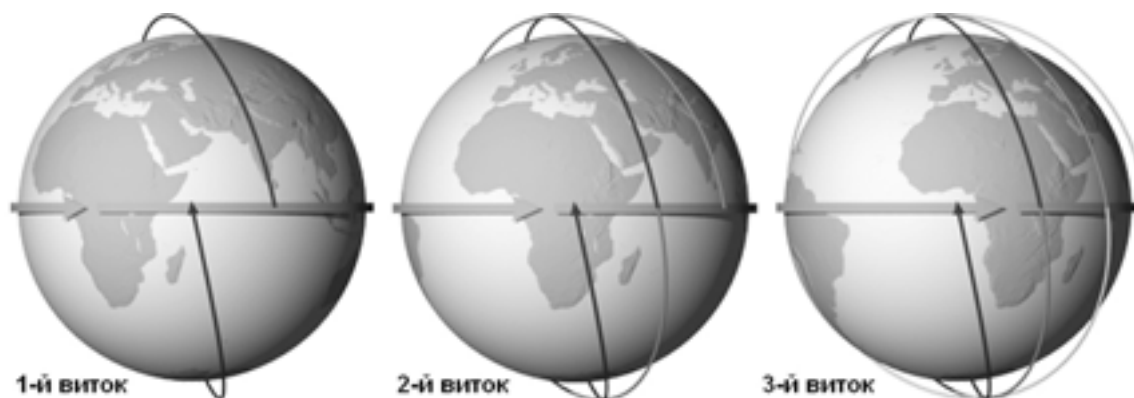
По мере развития технологий люди снабжают космические аппараты всё более сложными приборами. Одни передают данные об облачности, температуре поверхности, содержании в воздухе влаги и распределении озона. Другие измеряют энергию, поглощаемую разными слоями атмосферы, и температуру облаков. Третьи просвечивают облака инфракрасным излучением, чтобы получить полное изображение облачного покрова. Использование инфракрасных лучей позволило делать снимки атмосферы и в ночных условиях. Это очень помогло синоптикам в прогнозировании погоды.

На спутниках также есть оборудование, регистрирующее солнечный ветер и радиационные потоки, идущие от Солнца.

Сейчас существует несколько типов метеоспутников. Некоторые из них находятся на **геостационарной орбите**. Они летят над экватором с той же скоростью и в том же направлении, с какими Земля вращается вокруг своей оси. Поэтому для наблюдателя на Земле спутник неподвижно висит в небе над одной и той же точкой экватора! Это очень удобно для проведения постоянных наблюдений. Один из таких



Изображение циклона, сделанное спутником «ТИРОС-1»



Солнечно-синхронная орбита



спутников летит над Индийским океаном, наблюдая за Восточным полушарием, а ещё один – над Тихим, отправляя информацию о Западном полушарии.

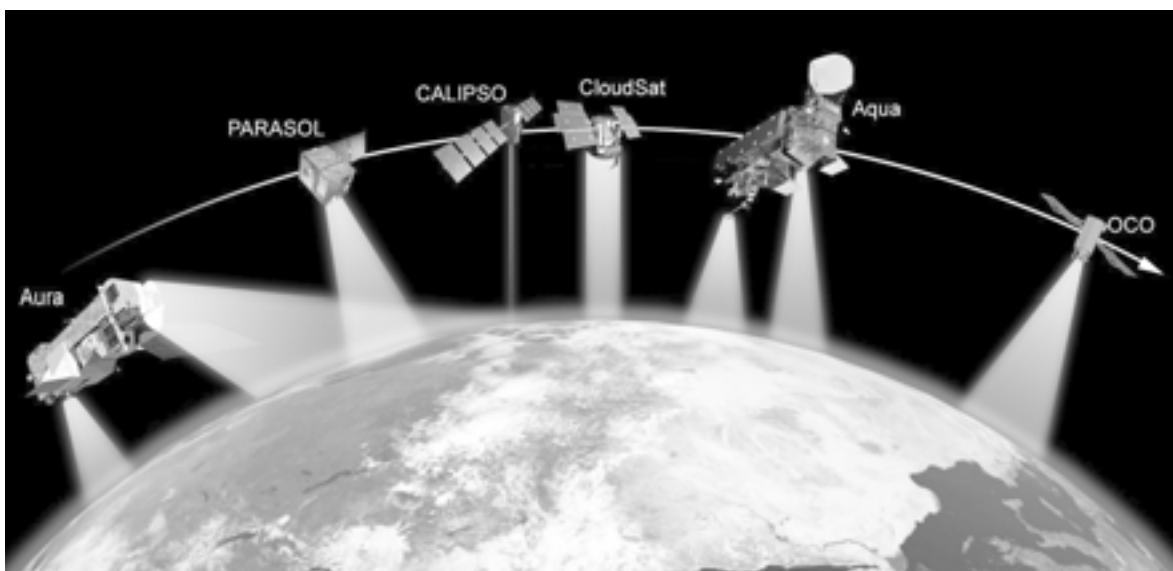
Другие спутники перемещаются по **полярной орбите**, которая совпадает с одним из меридианов и проходит над обоими полюсами. Такая орбита позволяет собрать более детальную информацию о температуре на поверхности и в атмосфере во всех климатических поясах. Эта информация обновляется с каждым витком спутника.

Существуют также космические аппараты, летающие вокруг Земли по **солнечно-синхронной орбите**. Эта орбита наклонена по отношению к земной оси так, чтобы вращение Земли (с запада на восток) постоянно компенсировало смещение спутника к западу. Поэтому спутник проходит над любой точкой земной поверхности приблизительно в одно и то же местное солнечное время. Он может лететь всегда в освещённой Солнцем области, или наоборот – всегда в ночной, или постоянно находиться на границе света и тьмы (в сумеречной зоне). Это очень удобно для получения изображения земной поверхности.

Например, американский спутник «LandSat-7», находящийся на солнечно-синхронной орбите, может пересекать экватор пятнадцать раз в сутки, каждый раз в другом месте, но неизменно в 10:00 местного солнечного времени. Впрочем, на борту «LandSat-7» время вообще «остановилось» на 10:00, где бы он ни пролетал.

По солнечно-синхронной орбите движется и орбитальная группировка «A-Train», состоящая из пяти спутников США и Франции. Они летят друг за другом, проходя над одной и той же точкой земной поверхности за 15 минут. Это позволяет создать высокоточную объёмную картину земной поверхности и атмосферы. «Aqua» (Аква), основной спутник группировки, измеряет количество воды в атмосфере. «CloudSat» (Клаудсэт), пролетающий на 2 мин. 30 сек. позже «Aqua», при помощи чувствительного радара сканирует облака, позволяя видеть их вертикальное строение. «CALIPSO» (Калипсо) следует всего в 15 секундах за «CloudSat» и фиксирует атмосферные аэрозоли. «PARASOL» (Парасоль) отстаёт от «CALIPSO» на 1 минуту, он с помощью поляризованного света определяет естественное или искусственное происхождение аэрозолей. «Aura» (Аура) замыкает это космическое шествие на 15 минут позже «Aqua», измеряя количество воды в атмосфере. Планировалось присоединение к ним шестого аппарата, «ОКО», который должен был исследовать количество углекислого газа в атмосфере. Но его запуск закончился неудачей.

По мере того как разрабатываются и запускаются новые метеоспутники, учёным всё больше открывается бесконечно сложный механизм погодных явлений, созданный Богом.



Орбитальная группировка «A-Train»

АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ
1

ПОГОДА
И КЛИМАТ
2

ОБЛАКА
3

ВЕТРЫ
И БУРИ
4

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ
5

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ
6

МОРСКОЕ
ДНО
7



ЭТО ИНТЕРЕСНО!

ПРИМЕТЫ О ПОГОДЕ: ПРАВДА И МИФЫ

Нередко можно услышать, как люди, не являющиеся синоптиками, уверенно предсказывают погоду или дают советы, как вести себя во время бури. При этом они ссылаются на «народную мудрость». Действительно ли по каким-то внешним приметам можно узнать о погодных изменениях? Нужно ли безоговорочно следовать «житейской мудрости предков», или всё это «бабушкины сказки»?

Давай рассмотрим некоторые приметы и утверждения, связанные с погодой, и проверим, правдивы они или нет.

1. *«Если небо красно к вечеру, моряку бояться нечего. Небо красно поутру – моряку не по нутру».*

Это очень древняя примета, она даже упомянута в Библии: *«Иисус ответил: – На закате, увидев, что небо красное, вы говорите: "Будет хорошая погода", а на рассвете, если небо заволокло багровыми тучами, вы говорите: "Будет буря". Вы знаете, что означают приметы неба, а истолковывать знаки времени не можете»* (Евангелие от Матфея 16:2–3). И действительно, такая закономерность существует и имеет под собой научное основание. Небо становится красным, когда солнце отражается в частичках пыли, взвешенных в сухом воздухе, а это – признак антициклона. Как тебе известно, основное направление движения воздуха в умеренных широтах – с запада на восток. Поэтому если небо покраснело вечером, это признак приближающегося с запада антициклона, несущего с собой хорошую погоду. А вот красное небо с утра означает, что антициклон переместился к востоку от нас, а идущий ему на смену циклон может принести с собой дождь и ненастье.



2. *«Если тучи гроздятся в виде башен или скал, скоро ливнем разразятся, налетит жестокий шквал».*

Зная основы науки о погоде, ты легко поймёшь, что и эта примета – правильная. Образование кучево-дождевых облаков действительно предвещает ливни и шквалы.

3. *«Если месяц располагается полого, так что на его край можно мысленно повесить ведро, – будет сухая погода; если круто, и ведро упадёт – быть дождю».*

Это не так. Видимая форма и наклон месяца зависят от взаимного расположения Солнца и отражающей его свет Луны, а не от погодных условий. Вблизи экватора, где лучи Солнца падают вертикально, месяц вообще виден в горизонтальном положении, «лодочкой».

4. *«Если день праздника Крещения тёплый – лето будет засушливое, пасмурный и снежный – осенью будет обильный урожай».*

Сходных утверждений существует очень много: по погоде в один конкретный день делают длительные прогнозы на несколько недель или даже месяцев вперёд. Можно смело утверждать, что все эти «календарные приметы» – ложные. Если даже некоторые из них основывались на климатических закономерностях какой-то местности, то за пределами этой территории они потеряли всякий смысл. Да и климат за последние 130 лет изменился. Но приметы, подобные приведённой здесь, не просто неправильные: церковные праздники в них подменяются языческим календарём, полным магических суеверий. Библия строго предупреждает нас не осквернять



себя суевериями, которые отвратительны для Бога.

5. *«Молния никогда не бьёт в одно и то же место дважды».*

С точностью до наоборот: есть немало мест, в которые молния бьёт из года в год – потому что электрический заряд стекает в атмосфере по наиболее простому пути и чаще всего устремляется к ближайшему возвышенному объекту, потому что расстояние до него ближе, чем до поверхности. Например, в Эйфелеву башню в Париже молнии попадали неоднократно. А в знаменитый нью-йоркской небоскрёб Эмпайр-стейт-билдинг молния однажды ударила 8 раз за 25 минут.

6. *«При появлении торнадо надо с его стороны плотно закрыть все окна и двери, а с противоположной стороны – открыть нараспашку и зафиксировать, чтобы дом не взорвался от перепадов атмосферного давления».*

Это также ложное, хотя и распространённое мнение. Торнадо разрушает здания мощным вращающимся воздушным потоком, а не давлением воздуха. Было измерено, что внутри торнадо категории F5 при ветре 116 м/сек атмосферное давление лишь на 10% превышало наружное. Пока люди будут тратить драгоценные секунды на бессмысленное открывание окон, они могут не успеть спуститься в убежище или найти другое укрытие.

7. *«В автомобиль молния не ударит, потому что резиновые покрышки на колёсах – хороший изолятор».*

Не верно. Да, резина – хороший изолятор, но энергия молнии настолько велика, что покрышки от неё не защитят. Автомобиль действительно является хорошим укрытием от грозы – но именно потому, что снаружи он металлический, а внутри – нет. Поэтому, ударив в машину, молния пройдёт к земле по её корпусу, а не через тело водителя или пассажира. Это нужно понимать,

чтобы не прислониться (понадеявшись на защиту шин) к корпусу.

8. *«По поведению животных и растений можно предсказывать изменение погоды».*

Во многих случаях это правда. Насекомые, животные и растения часто реагируют на изменения атмосферного давления, влажности и температуры. Например, перед грозой, когда увеличивается влажность воздуха, влага оседает на крылышках мух, они начинают летать у самой земли – а вслед за ними над землёй носятся и ласточки, которые на них охотятся. Лепестки некоторых цветов (например, одуванчиков) закрываются и сворачиваются при приближении атмосферного фронта с низким давлением или при повышении влажности. В морских бухтах медузы чувствуют приближение шторма и уходят на глубину. Эти свойства заложены в природу её Творцом. Наблюдая за представителями животного и растительного мира, можно узнать немало интересного и неожиданного об их реакции на те или иные погодные условия.



1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



урок 22

МЕТЕОСВОДКА
И ПРОГНОЗ ПОГОДЫ
Составление погодных карт

СЛОВАРЬ:

- фактическая погода
- метеосводка
- синоптические карты
- приземная карта
- изобара
- высотная карта
- вспомогательная карта
- прогноз погоды
- математическая модель

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- станционная модель
- приземный анализ



Какими инструментами пользуются синоптики?

Родители обещали, что в субботу вы всей семьёй поедете за город, на пикник. И вот настало долгожданное утро. Вы собираетесь в дорогу. Но как вам одеться? Тепло будет весь день или прохладно? А может быть, пойдёт дождь, и нужно запастись зонтиками?.. Как узнать, какая погода ожидается сегодня?

Самый простой ответ: нужно посмотреть прогноз погоды в газете, по телевизору или в интернете. А откуда он там берётся? Кто и как узнаёт, какая погода нас ожидает?

Ты знаешь, что у синоптиков есть метеостанции с множеством различных приборов. Несколько раз в сутки показания этих приборов пересылаются в *национальную службу погоды* каждой страны. Собрав множество данных из разных мест, учёные наносят их на **синоптическую карту**. На ней становится видно, где идут дожди, а где светит солнце, в каком направлении дует ветер, где в небе скопились облака, и многое другое.

Если сравнить несколько последних карт, легко заметить изменения, происходящие с погодой. Можно понять и то, почему они происходят: из-за движения атмосферных фронтов или приближения циклона. А значит, если этому процессу ничего не помешает, он будет продолжаться. Например, циклон к завтрашнему дню доберётся до нас

и принесёт с собой дожди.

Так на основе анализа собранных данных составляется научно обоснованный **прогноз погоды**.

Синоптикам помогают в этом компьютерные программы. Они могут очень быстро производить большое количество расчётов и обрабатывать множество поступающих данных. Это позволяет составить прогноз более точно.

И всё же, хотя обычно прогнозы оказываются правильными, иногда погода совершает что-нибудь совершенно неожиданное. Даже с помощью компью-



тера не удаётся всё принять во внимание и ничего не упустить. Люди сегодня знают многое о погодных процессах. Многое – но далеко не всё. Одному лишь Богу полностью известны механизмы формирования погоды.

- Кто составляет прогнозы погоды, которые мы видим по телевидению и читаем в газетах?
- Откуда в службе погоды получают данные?
- Всегда ли точны прогнозы погоды?



Вряд ли у кого-то возникнет вопрос, зачем нужен прогноз погоды. На него можно отвечать много часов и всё равно не перечислить все сферы жизни, где такой прогноз необходим. Сеять хлеб или подождать 2–3 дня, пока пройдёт приближающийся циклон? Включать отопление в домах или нет? Сможет ли самолёт через 3–4 часа сесть в месте назначения, или из-за идущего туда ненастья нужно отложить вылет? Грозит ли кораблю в приполярных водах оказаться зажатым льдами?.. А прогноз приближения урагана или опасности возникновения торнадо?.. А тебе самому, когда ты утром идёшь в школу, брать с собой зонтик или нет?..

Как узнать прогноз погоды? Можно ответить: посмотреть в газете, по телевизору или в интернете. Но это, конечно же, не ответ. Чтобы синоптический прогноз был опубликован, кто-то должен его рассчитать. Кто и где это делает?

Синоптики всего мира каждый день собирают огромное количество данных. Глобальная система слежения за погодой, которой управляет Всемирная метеорологическая организация, состоит из более чем 10 000 наземных метеорологических станций (из них 189 в Украине), около 1000 аэрологических станций (изучающих верхние слои атмосферы) на суше и на кораблях, 100 станций на дрейфующих льдах и 600 метеобуйков в морях и океанах. Все они собирают информацию о **фактической погоде**, наблюдаемой в данный момент в определённом пункте. Эта информация передаётся в *метеорологические центры и национальные службы погоды*.



Метеобуй (метеостанция, размещённая на плаву в открытом море)

Здесь все поступившие данные обрабатываются и анализируются. Информация, полученная из одной точки, мало что может сказать о погоде в целом. Но если сравнить её с предыдущими показаниями той же метеостанции, становится виден процесс погодных изменений. А при сопоставлении данных, полученных от множества метеостанций, формируется представление о погодном процессе на огромных территориях.

Синоптики делают выводы относительно погодных условий и составляют **метеосводки** – сообщения о состоянии погоды. Эти сводки регулярно рассылаются и выкладываются в интернет. Прочитав их, каждый человек может узнать, какая сейчас погода во многих точках мира.

Все полученные данные также наносятся специальными обозначениями на карту – в то место, где находится метеостанция, их передавшая. Так составляются **синоптиче-**

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



ские карты, фиксирующие погоду в определённый момент времени на большой территории. Они бывают нескольких видов.

Наиболее подробными являются **приземные карты**, показывающие погоду на земной поверхности. Чтобы нанести на них всю разнообразную информацию, которую передаёт каждая метеостанция, разработана специальная система обозначений. Кроме этого, на приземных картах линиями изображаются атмосферные фронты. Направление движения холодного фронта указывают, изображая на его передней стороне треугольники, а о направлении тёплого фронта говорят пририсованные к линии полуокружности.

Образец приземной карты помещён на странице 153. Внимательно рассмотри её.

Особое внимание синоптики уделяют атмосферному давлению. Ведь ветер всегда дует из области более высокого давления в область более низкого. Поэтому важно не просто знать давление воздуха в каждом отдельном месте, а представлять себе картину в целом. Для этого на приземные карты сначала наносят значения атмосферного давления в различных точках, а затем точки с одинаковыми значениями соединяют плавными линиями.

Получившиеся линии на карте называются **изобары**: от греческих слов *изос* – «одинаковый», и *барос* – «вес». (Второе греческое слово широко используется метеорологами: о многих вещах, имеющих отношение к атмосферному давлению, говорят, применяя прилагательное «*барический*»).

Изобары обычно проводят так, чтобы разница в давлении между ними составляла 5 миллибар (единиц измерения). На каждой изобаре пишут показатель давления: на разомкнутой – с двух концов, на замкнутой – в каком-нибудь одном её месте, не перегруженном другими данными.

Если изобары не замкнуты, это означает, что перепад давления существует на большом протяжении (в масштабах планеты все изобары рано или поздно замыкаются). Замкнутые в пределах карты изобары указывают на существование центра высокого или низкого давления, вокруг которого происходит вихревое движение



Центр прогнозов национальной метеорологической службы работает круглые сутки

воздуха. Другими словами, они отображают циклон или антициклон. Изобразив на карте изобары, можно заметить зарождающийся циклон раньше, чем его обнаружат спутники.

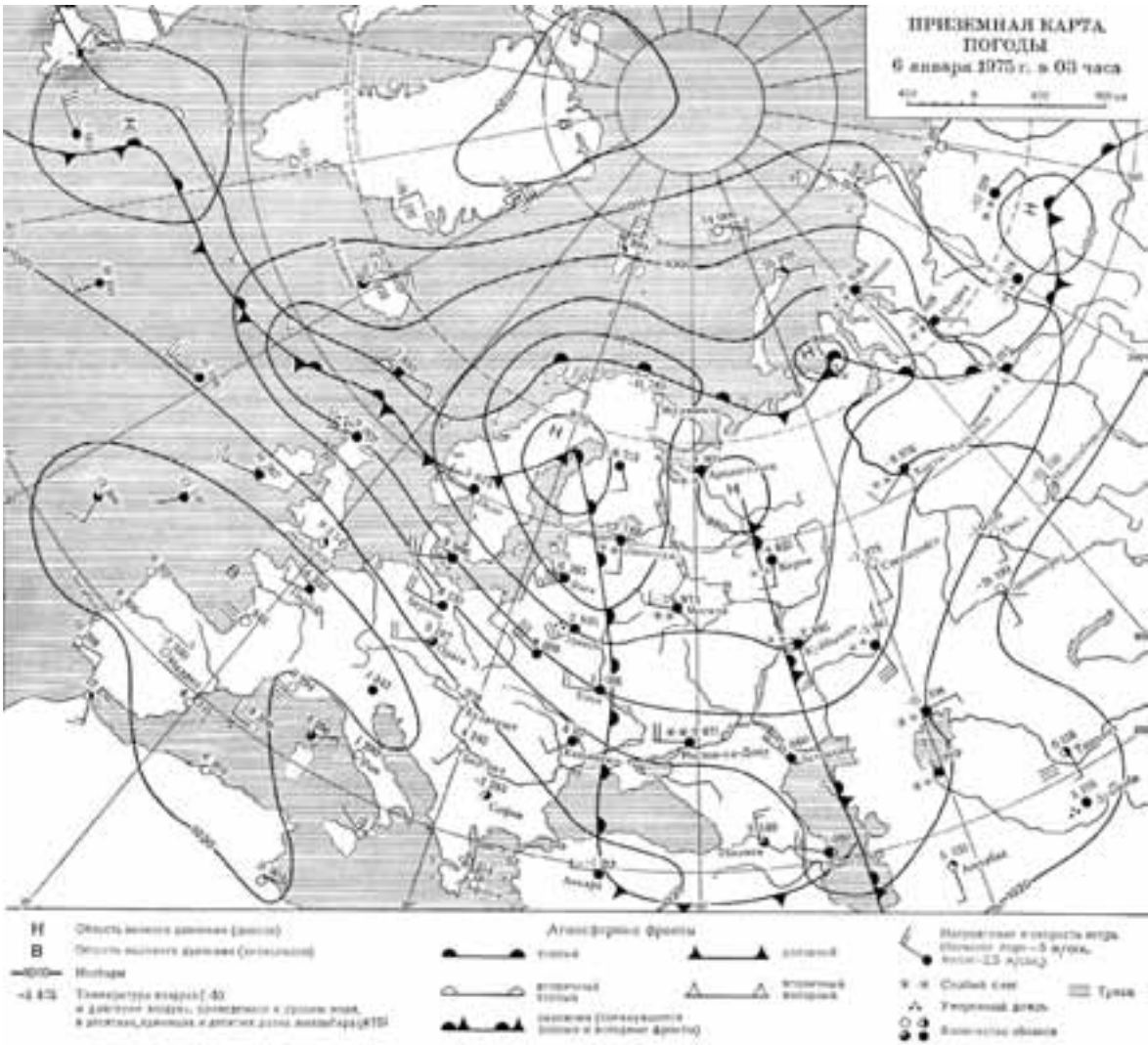
Второй тип синоптических карт – **высотные карты**. На них изображается атмосферное давление в более высоких слоях атмосферы, скорость ветра, направление и температура воздуха на различной высоте. Они помогают увидеть протяжённость воздушных масс.

Наконец, третий тип – это **вспомогательные карты**, на которые наносят отдельные метеорологические показатели: например,

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

В 1780 г. в Германии возникло Мангеймское метеорологическое товарищество, впервые организовавшее наблюдения за погодой на 40 метеостанциях по всему свету. На основании собранных данных в 1820 г. были составлены первые синоптические карты Европы. Первый в истории прогноз погоды появился в газете «Times» 1 августа 1861 г. Его автором был Роберт Фицрой.





Приземная карта погоды в Европе

карта осадков, карта температур и т.д. Такие карты, с одной стороны, проще читаются, а с другой – позволяют тщательнее проанализировать данные по выбранному показателю. Например, на суточной карте осадков указывается даже такое незначительное их количество, как 0,25 мм.

Карты погоды составляются для различных территорий: полушарий, частей континентов или океанов (*основные карты*), нескольких административных районов (*кольцевые карты*).

Когда карты готовы, на их основе создаётся **прогноз погоды** – научно обоснованное предположение о её состоянии в ближайшем будущем на той или иной территории. При сравнении нескольких последних карт выясняется, как менялась погода, перемещались области высокого и низкого давления, двигались воздушные массы и атмосферные фронты. Становится понятной и взаимосвязь между этими процессами. Знание фактической погоды на больших территориях и понимание причин её формирования позволяет с высокой степенью достоверности предположить, какие изменения произойдут завтра.

Прогнозы создаются на различные сроки: от *сверхкраткосрочных* (менее чем на 12 часов) – до *сверхдолгосрочных* (более чем на 3 месяца вперёд). Краткосрочные всегда самые точные, а долгосрочные можно составить лишь приблизительно.

1 АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ ДНО

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Национальный Метеорологический Центр США, помимо данных, приходящих с сотен наземных метеостанций, каждый день получает более 25 000 сообщений с радиозондов, 1500 – с борта кораблей, находящихся в море, 2500 – с самолётов, 500 – с радаров, а также множество сообщений со спутников.

Прогнозы погоды составляются для разных целей. Те, которые публикуются в прессе, содержат краткую общую информацию. Авиационные прогнозы включают в себя детальную характеристику ветра, видимости, облачности. Сельскохозяйственные – детально описывают ожидающиеся осадки и температуру воздуха. Морские и речные – делают упор на погодные характеристики, которые необходимо знать морякам.

Во многих странах национальные службы погоды получают информацию от метеостанций каждый час. Четыре раза в сутки они выпускают обновлённый прогноз (по всей территории страны или её части) на пять дней вперёд, и дважды в неделю – на 6–10 дней. В каждом регионе публикуется та часть прогноза, которая относится к этой территории.

Раньше синоптики всё делали вручную. Это требовало огромных усилий множества специалистов. Сейчас вся информация от метеостанций поступает в электронном виде и обрабатывается компьютером. Синоптик следит за процессом обработки, если есть необходимость – корректирует его, а затем даёт команду распечатать карту.

Но компьютеры не только взяли на себя часть традиционного труда синоптиков. Специальные компьютерные программы строят на основе поступающей информации **математическую** (или **численную**) **модель** прогноза погоды. Она описывает состояние атмосферы в виде системы уравнений. Поступающие от метеостанций данные подставляются в эти уравнения. Полученные решения указывают, как будет меняться погода. Оба прогноза, традиционный и математический, дополняют и уточняют друг друга.

И всё же, несмотря на научные достижения и современные технологии, бывают случаи, когда погода неожиданно изменяется вопреки прогнозу. Состояние атмосферы – это невысказанно сложный процесс. Человек не в силах даже с помощью компьютера проследить за всеми меняющимися погодными показателями. Лишь Господь, всемогущий Создатель Вселенной, знает о погоде всё и может повелевать ею.



КОНСТРУИРУЕМ БАРОМЕТР

Цель: сделать водяной барометр.

Материалы: два одноразовых шприца по 10 куб. см (1, 2 на рисунке), трубка от капельницы диаметром 3 мм (3), шнурок (4), прямоугольный кусок фанеры 16 × 25 см (5), миллиметровая бумага (6), скотч (7), кнопки (8), дистиллированная или кипячёная вода.

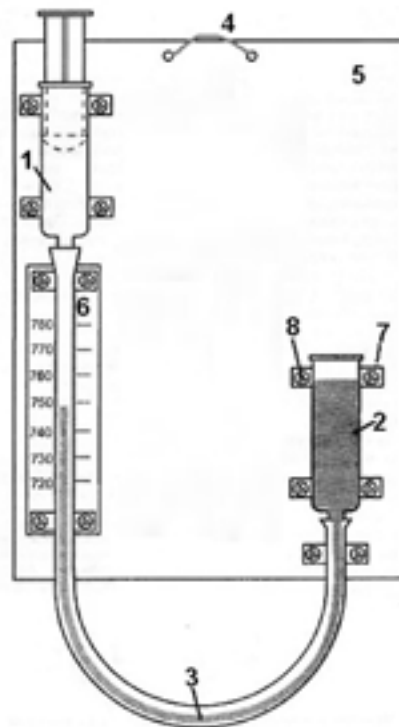
Ход работы

1. Вытащи из одного шприца поршень.
2. Соедини оба шприца трубкой от капельницы.
3. Просверли сверху куска фанеры два небольших отверстия для шнурка.
4. Аккуратно нарисуй на листке миллиметровой бумаги шкалу барометра. 1 мм на бумаге будет равен у тебя 1 мм ртутного столба. Разметь шкалу от 700 до 820, ставя числа через каждые 10 мм.
5. Наклей на фанеру шкалу и прикрепи к ней конструкцию из шприцов



и трубки, как показано на рисунке. Корпус шприца без поршня должен быть расположен на уровне шкалы.

6. Приготовь воду для заливки в систему. Используй дистиллированную воду или хотя бы кипячёную. Для удобства снятия показаний её можно слегка подкрасить.
7. Поставь барометр вертикально и аккуратно залей в него воду. Это следует делать при температуре в комнате $+18^{\circ}\text{C}$ и атмосферном давлении около 750 мм ртутного столба (его можно посмотреть на комнатном барометре-анероиде или узнать из прогноза погоды). В начале заливки установи поршень верхнего шприца на отметке 7. Затем в корпус нижнего шприца без поршня налей воды до отметки 10. После этого поднятием поршня установи уровень воды в трубке на отметке на шкале 750.
8. Вставь в отверстия шнурок.
9. Повесь барометр вертикально, чтобы на него не падали солнечные лучи, вдали от сквозняков и источников тепла. Регулярно проверяй, насколько испарилась вода, и подливай её по мере необходимости.
10. Заведи тетрадку и делай записи два-три раза в день: слева фиксируй показания барометра, а справа отмечай, какой погоде они соответствуют. Показания желательно снимать при температуре воздуха в комнате 18°C (охлаждая её проветриванием или используя обогревательные приборы).



Выводы

При увеличении давления воздуха вода с запечатанной стороны трубки будет подниматься, а при уменьшении – снижаться, как и в барометре Торричелли.

В твоём барометре нет торричеллиевой пустоты (вакуума). Поднимающаяся под действием атмосферного давления вода преодолевает сопротивление воздуха в верхней части закрытого шприца. Поэтому нам не нужно брать 10-метровую трубку, как Торричелли и Вивiani в начале их опытов.

Конечно, показания твоего барометра будут не такими точными, как настоящего. Но поскольку тебе не нужно синхронизировать свои данные с другими наблюдателями, погрешность не очень важна. Важнее точности – динамика показаний, рост или падение давления. Именно эти процессы указывают на близящиеся погодные изменения.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Откуда национальная служба погоды получает информацию о погоде?
 - Какие виды синоптических карт ты знаешь?
 - Что отображается на приземных картах погоды?
 - Что означают изобары?
 - Как синоптики прогнозируют погоду?
 - Всегда ли полностью можно полагаться на прогноз погоды?

АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

ПОГОДА
И КЛИМАТ

ОБЛАКА

ВЕТРЫ
И БУРИ

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

МОРСКОЕ
ДНО



ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- Почему необходимо собирать и анализировать информацию о погодных условиях на больших территориях Земли?
- Почему нанесение изобар – одна из важнейших частей создания приземной карты?
- Почему в наши дни прогнозы погоды точнее, чем в прошлом?

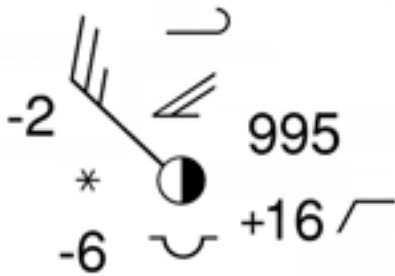


СТАНЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

В национальные центры погоды поступает огромное количество информации. Поэтому все сообщения должны быть очень краткими, не содержать ничего лишнего. Второе требование: данные должны быть изложены по единому стандарту, чтобы их можно было быстро читать и наносить на карту, и ещё чтобы все синоптики в мире понимали сообщения друг друга. Единый код также делает возможной компьютерную обработку данных.

Поэтому для передачи и обработки большого количества метеорологических данных был разработан стандартный формат – **станционная модель**: символическое обозначение погоды на синоптической карте по данным каждой отдельной метеостанции.

Сообщения, поступающие со станций, для постороннего человека выглядят «китайской грамотой». Но специалист знает правила, по которым это сообщение составлено: в каком порядке какие данные передаются, и что означают те или иные комбинации букв и цифр. Он сразу начинает наносить на карту условные обозначения. Выглядят они приблизительно так:



Каждому полученному сообщению соответствует свой подобный набор символов. Каждое число и каждый значок стоят строго на положенном месте. Поэтому любой другой синоптик сможет с одного взгляда прочитать закодированную здесь информацию:



А теперь сравни, как эта же запись выглядела бы словами:

На метеостанции в момент снятия данных: идёт снег, температура воздуха -2°C ; ветер северо-западный, скорость 26–31 узел; атмосферное давление 995 миллибар, что на 16 миллибар больше в сравнении с предыдущим измерением, тенденция к дальнейшему росту и стабилизации давления; температура точки росы -6°C ; облаками покрыта половина неба, в верхнем ярусе – разбросанные перистые облака с завихрениями, количество которых не увеличивается, в среднем – плотные высокослоистые облака, в нижнем – слоисто-кучевые облака, не связанные с кучевыми.

Насколько дольше пришлось бы это записывать, а потом переводить на другие языки, чтобы информацией могли воспользоваться синоптики из других стран?.. А набор значков опытный специалист изобразит в нужном месте карты менее чем за минуту. В результате использования станционной модели на карте показывается большое количество элементов погоды. Такие карты позволяют метеорологам, пилотам, морякам получать важную погодную информацию.

Станционная модель является международной. Она была внедрена 1 августа 1941 года и с тех пор претерпела лишь незначительные изменения.

Карты с нанесённой на них станционной моделью дополнительно обрабатывают:

- проводят и надписывают изобары (а также линии, соединяющие точки равного изменения давления за последние 3 часа);
- выявляют и обозначают центры циклонов (большой латинской буквой **L**), антициклонов (латинской буквой **H**), а также областей падения и роста давления с незамкнутыми изобарами (маленькими буквами **l** и **h**);
- выделяют цветом осадки и погодные явления;
- проводят линии атмосферных фронтов (для их определения используют также данные высотных карт и снимки облачности со спутников).

Полностью обработанная приземная карта погоды называется **приземным анализом**.

Сейчас такие карты составляются в основном с помощью компьютера.

Погода	Скорость ветра	Облачный покров
	(в узлах)	(в процентах)
Морось	1–4	0
Туман	5–8	10
Град	9–14	20–30
Дымка	15–20	40
Дождь	21–25	50
Ливень	26–31	60
Дождь со снегом	32–37	70–80
Дым	38–43	90
Снег	44–49	100
Гроза	50–54	Небо скрыто туманом
Ураган	55–60	
	61–66	
	67–71	
	72–77	

Значения основных символов, используемых в станционной модели. Таблица обозначений облаков слишком велика, чтобы поместиться здесь. Отыщи её самостоятельно

урок 23

МЕТЕОСТАНЦИЯ: ИТОГОВЫЙ ПРОЕКТ

Я – СИНОПТИК

Как наблюдать за погодой дома?



Собирать самому данные о погоде увлекательно и познавательно. Что для этого нужно? Набор инструментов, то есть – метеостанция. И ещё, конечно, интерес и желание.

Сначала проверь, какие инструменты у тебя уже есть. Если ты постоянно выполнял задания, отмеченные значком с изображением лупы, то у тебя уже есть почти всё необходимое. Если задания показались тебе слишком сложными, вернись к ним сейчас и подумай ещё раз. Возможно, ты решишься смастерить некоторые из инструментов – сам или с помощью родителей.

Ещё спроси маму и папу: какие метеорологические приборы из тех, которые ты уже знаешь, есть у вас дома? Вряд ли там найдутся анемометр или дождемер. А вот термометр для измерения температуры воздуха есть наверняка. Может быть, имеется и барометр. А если вы живёте в отдельном доме – вполне возможно, что на его крыше установлен флюгер.

Подготовив все имеющиеся инструменты, можно начинать наблюдения за погодой. Помести каждый инструмент туда, где он будет без помех определять то, для чего предназначен. Не забудь, что термометр и психрометр нельзя помещать под прямыми солнечными лучами, иначе они будут «врать». Барометр не нужно выносить на улицу, атмосферное давление там и в твоей квартире приблизительно одинаковое (если ты не живёшь на верхних этажах высотного дома). А флюгер, ветроуловитель и анемометр должны находиться там, где ни с одной стороны нет помех для ветра.

Заведи толстую тетрадь. Каждый день, на новой странице, записывай все данные, которые показали приборы твоей метеостанции. Сверху проставляй дату: число, месяц и год. Строчкой ниже – время, когда ты снимал показания с приборов. Ещё ниже, всякий раз с новой строки, записывай слева, какой именно параметр погоды ты измеряешь, а справа – значение, которое ты определил. В нижней части страницы (или на её обороте, если не будет хватать места) запиши свои общие наблюдения.

- Ясная или облачная погода? Если есть облака, то какие они и какую приблизительно часть неба занимают?



- День выдался сухой, или были осадки? Если были – то какие, когда, сильные или нет, сколько времени длились?
- Какие природные явления ты наблюдал, кроме осадков? (Не запутайся! Дождь, например, – это вид осадков, а гроза – нет, это природное явление: в ней соединены осадки, ветер и молнии). Может быть, ты видел радугу? Или была метель (сочетание снега с ветром)?..

Если ты сможешь иногда проводить измерения не один, а 2–3 раза в день, каждый раз начинай новую страницу.

Сняв показания приборов и сделав записи, сравни их с прогнозом, напечатанным в газете, или со сводкой погоды в интернете, на страничке своего города. Возможно, твои результаты будут отличаться от них. Не расстраивайся. Ведь твоя метеостанция находится в другом месте, чем та, чьи данные попадают в официальный прогноз. Возможно, твои измерения уникальны. Они относятся к единственной точке на Земле – к твоему двору.



Интересно ли тебе было изучать погоду и всё, что к ней относится? Метеорология – непростая наука. Тебе могло быть трудно ещё из-за того, что этот раздел естествознания, в отличие от других, почти не изучают в школьной программе. Но прилагать усилия, узнавая что-то новое, – это ведь так интересно!

Пришло время становиться синоптиком. Пусть и не профессиональным. Впрочем – как знать: возможно, тебя уже заинтересовала эта профессия, и ты подумаешь посвятить ей жизнь?

В любом случае, у тебя есть всё необходимое, чтобы создать свою метеостанцию: знания, полученные на уроках; приборы, сделанные своими руками; и, надемся, – интерес и желание.

Приготовь всё своё метеорологическое оборудование. У тебя уже есть ветроуказатель, чтобы измерять направление ветра, психрометр для измерения относительной влажности (а в его составе – также термометр для измерения температуры), дождемер для измерения осадков, барометр, чтобы измерять атмосферное давление. Чего у тебя ещё нет, так это флюгера (впрочем, ветроуказатель может его заменить) и анемометра для измерения скорости ветра. Но ты сможешь изготовить их на этом уроке.

Выполни задание, отмеченное значком с изображением лупы. Потом внимательно прочти раздел с нарисованной «гусеничкой»: хотя обычно ты его пропускаешь, но на этом уроке он относится и к тебе.

Выбери для метеостанции открытое место, чтобы ничто не препятствовало твоим исследованиям. Кроме того, инструменты должны быть там в безопасности от любопытных малышей и домашних животных. Подумай: может быть, попросишь родителей помочь тебе – и построишь метеорологическую будку из фанеры или дощечек?

Освежи знания, полученные на предыдущих уроках, чтобы правильно пользоваться инструментами и разбираться в погодных явлениях.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО

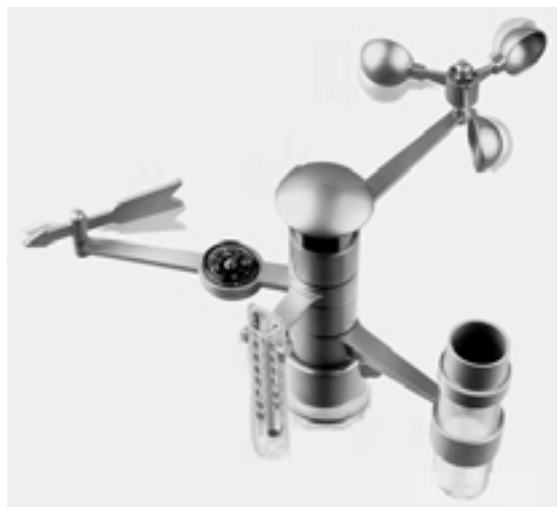


Веди дневник наблюдений. Постарайся снимать показания и делать записи не реже двух раз в день. Но не просто накапливай раз за разом информацию. Сравнивай её с предыдущими записями. Старайся понять, какие погодные процессы происходят. Пробуй делать выводы и создавать свои собственные прогнозы погоды на следующий день. Используй для этого все сведения, которые только есть в этом пособии.

Свои прогнозы тоже записывай. На следующий день отмечай в дневнике, насколько твой вчерашний прогноз оказался правильным.

На стр. 161 перечислены некоторые признаки, которые тебе также нужно проверять и учитывать, обдумывая свои погодные прогнозы.

Покажи в школе свои записи учителю природоведения или географии и попроси его посоветовать, как можно улучшить твою метеостанцию и производимые наблюдения.



Сейчас метеостанцию можно приобрести в магазине. Но сделать её своими руками гораздо интереснее!



МАСТЕРИМ ФЛЮГЕР И АНЕМОМЕТР

Среди твоих инструментов не хватает флюгера и анемометра. Кроме того, далеко не всегда есть возможность выставить эти устройства на открытом пространстве, где ни с одной стороны нет помех для ветра. Что делать, если ты живёшь в многоквартирном доме, рядом с другими высотными зданиями, перекрывающими путь ветрам?

Мы приводим два варианта. Первый – очень простые флюгер и анемометр, их можно держать дома, а для измерений выносить на открытую местность. Второй вариант – стационарный, если у тебя во дворе есть возможность его установить.

Наши анемометры будут устроены не так, как рассказывалось на 21-м уроке. По ним вряд ли получится определить точную скорость ветра в узлах или в метрах в секунду. Но они дают возможность сравнивать, усилился или ослаб ветер с момента предыдущих измерений.

Цель: сделать мини-флюгер и мини-анероид.

Материалы: соломинка для напитков, ножницы, тонкий картон, клей, толстая иголка, две булавки, две бусинки, два карандаша с резинками, лист цветной бумаги, компас.

Ход работы

1. Ножницами надрежь в длину соломинку для напитков на 3–4 см с (одного конца).
2. Вырежи из тонкого картона небольшую лопасть в виде треугольника или трапеции.
3. Намажь лопасть клеем и вставь её в разрез соломинки.



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

ПРИЗНАКИ УСТОЙЧИВОЙ ХОРОШЕЙ ПОГОДЫ

1. Высокое атмосферное давление, в течение нескольких дней медленно и непрерывно повышающееся.
2. Правильный суточный ход ветра: ночью тихо, днём ветер ощутимо усиливается. На берегах морей и больших озёр, а также в горной местности – правильная смена ветров: днём – с воды на сушу и из долин к вершинам, ночью – с суши на воду и с вершин в долины.
3. Зимой ясное небо, и только к вечеру при штиле могут наплывать тонкие слоистые облака. Летом – наоборот: развивается кучевая облачность, но к вечеру исчезает.
4. Правильный суточный ход температуры: днём повышение, ночью понижение. В зимнее время температура низкая, летом высокая.
5. Осадков нет; ночью сильная роса или иней.
6. Приземные туманы, исчезающие после восхода Солнца.

ПРИЗНАКИ УСТОЙЧИВОЙ ПЛОХОЙ ПОГОДЫ

1. Низкое атмосферное давление, мало изменяющееся или продолжающее понижаться.
2. Отсутствие нормального суточного хода ветра.
3. Скорость ветра значительная.
4. Небо сплошь затянуто слоисто-дождевыми или слоистыми облаками.
5. Продолжительные дожди или снегопады.
6. Незначительные изменения температуры в течение суток; зимой относительно тепло, летом прохладно.

ПРИЗНАКИ УХУДШЕНИЯ ПОГОДЫ

1. Падение атмосферного давления; чем быстрее оно снижается, скорее изменится погода.
2. Ветер усиливается, его суточные колебания почти исчезают, направление ветра меняется.
3. Облачность увеличивается, причём часто замечается следующий порядок: появляются перистые облака, затем быстро движущиеся перисто-слоистые, они сменяются высоко-слоистыми, а те – слоисто-дождевыми.
4. Кучевые облака к вечеру не рассеиваются и не исчезают, их количество даже увеличивается. Если они принимают форму башен, следует ожидать грозы.
5. Зимой температура повышается; летом разница между дневной и ночной температурой становится гораздо меньше.
6. Вокруг Луны и Солнца появляются гало.

ПРИЗНАКИ УЛУЧШЕНИЯ ПОГОДЫ

1. Атмосферное давление повышается.
2. Облачность начинает меняться, появляются просветы.
3. Дождь или снег бывают довольно сильными, но выпадают лишь временами, а не почти постоянно.
4. Температура зимой понижается, летом повышается (после предварительного понижения).

4. Аккуратно проткни соломинку насквозь толстой иглой приблизительно посередине.
5. Вставь в это отверстие булавку. Соломинка должна свободно вращаться вокруг неё.
6. Снизу надень на булавку небольшую бусинку, чтобы уменьшить силу трения.
7. Воткни *вертикально* булавку в резинку на карандаше. Булавка должна выступать над соломинкой, не прижимая её к карандашу. Флюгер готов.
8. В качестве анемометра нам послужит обычная бумажная вертушка. Вырежи из цветной бумаги квадрат со стороной 14 см. Сделай на нём над-

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

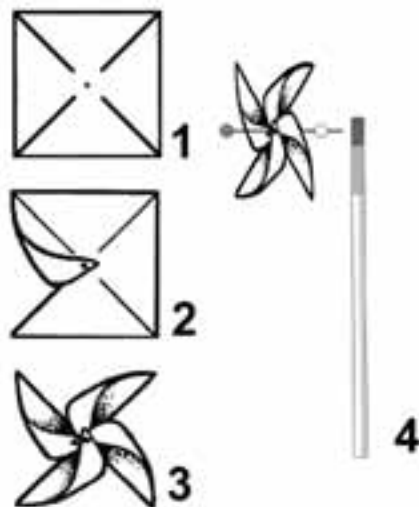
6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



резы от углов к центру, не доходя до центра с каждой стороны на 1–2 см.

9. Загни, не переламывая бумагу, каждую из получившихся частей левым углом к центру. Закрепи их там капелькой клея. Вершины загнутых частей должны сойтись в центре, чуть-чуть перекрывая друг друга.
10. Проколи вертушку в центре толстой иголкой. Потом вставь в это отверстие булавку. С обратной стороны вертушки надень на булавку бусинку.
11. Воткни *горизонтально* булавку в резинку на втором карандаше, чтобы она слегка выступала перед вертушкой, не прижимая её плотно к карандашу. Простейший анемометр готов к работе.



Подумай, как закрепить эти миниатюрные инструменты в вертикальном положении, чтобы их было удобно хранить и выносить на улицу. Например, можно взять два стакана, насыпать в них песок или какую-нибудь крупу и воткнуть туда основания карандашей.

Отправляясь производить измерения, бери с собой компас, чтобы определить, какое направление показывает флюгер.

Цель: сделать стационарный флюгер с анемометром в виде подвижной пластинки.

Материалы: двухлитровая пластиковая бутылка с ровными стенками, нож с острым концом, две велосипедные спицы или два куска толстой проволоки, бусина, натуральная пробка, листовой пенопласт, яркий несмываемый маркер, компас.

Будь осторожен! Делай всё медленно и аккуратно, чтобы не пораниться ножом и велосипедной спицей!

Ход работы

1. Аккуратно отрежь дно и горлышко пластиковой бутылки.
2. Осторожно проколи бутылку в двух противоположных точках вблизи одного края. Ещё два прокола сделай возле противоположного края бутылки. Отверстия должны располагаться так, чтобы ось, вставленная в них с одной стороны, проходила вертикально, а ось с другого края – горизонтально. Отверстия должны быть немного больше, чем диаметр спицы или проволоки.
3. Нарисуй на листе пенопласта небольшой полукруг диаметром 6–7 см. Осторожно вырежи его ножом.
4. Теперь вставь в одно из отверстий спицу или проволоку. Внутрь



три бутылки нанижи на неё пенопластовый полукруг и выведи проволоку через второе отверстие (см. рисунок).

5. Вставь вторую спицу в отверстия с другой стороны. Обе оси – и горизонтальная, и вертикальная – должны свободно проворачиваться в отверстиях.
6. Ниже бутылки надень на вертикальную спицу бусину, а ещё ниже – нанижи пробку, закрепив конструкцию. Верхний конец спицы можно загнуть, но не возле самой бутылки, а немного выше, чтобы не затруднить её вращения. На фотографии показано, какая конструкция должна получиться.
7. Несмываемым маркером нарисуй с двух сторон бутылки стрелки, направленные к вертикальной оси.

Найди, куда прикрепить вертикальную спицу. Стрелка флюгера, установленного в правильном месте, укажет метеорологическое направление ветра (на запад, если ветер западный, и т. д.). А пенопластовый полукруг отклонится от вертикального положения тем сильнее, чем больше скорость ветра.

Можешь придумать, как обозначить стороны света в том месте, где установишь флюгер, чтобы каждый раз не пользоваться компасом.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



• Что измеряет каждый прибор твоей метеостанции?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Зачем тебе может понадобиться собственная метеостанция?
- Почему собранные тобой данные могут отличаться от прогноза в газетах или по телевизору?
- Какая связь существует между давлением воздуха, ветром и дождём?
- Какие изменения в температурных и барических данных ты замечаешь день ото дня?



ДАЛЬНЕЙШЕЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕТЕОРОЛОГИИ

Наблюдения за атмосферными явлениями доступны не только профессионалам, но и всем, кто любит Божье творение и интересуется им. Для этого необходимо не только знать описания явлений природы, но и понимать, чем они вызываются и как постоянно взаимодействуют между собой.

Даже если ты не станешь профессиональным метеорологом, хорошее практическое владение этой наукой может тебе не раз пригодиться – и в бытовых делах (например, в своём саду), и в бизнесе.

Но тебе уже недостаточно просто вести ежедневные наблюдения за погодой и описывать их в дневнике. Делай это, но смотри на собранные данные глубже.

Во-первых, старайся анализировать их, пытайся за отдельными показателями давления, температуры, скорости и направления ветра и т. д. увидеть погодные процессы в целом.

Во-вторых, учись понимать погодные карты (а в дальнейшем, возможно, – и составлять их). Вот маленькое задание. Посмотри на фрагмент карты на следующей странице (чтобы тебе было легче, на неё нанесены дополнительные обозначения и надписи).

АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ
1

ПОГОДА
И КЛИМАТ
2

ОБЛАКА
3

ВЕТРЫ
И БУРИ
4

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ
5

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ
6

МОРСКОЕ
ДНО
7



Определи: какой атмосферный процесс здесь изображён? По каким признакам ты сможешь найти ответ?

В-третьих, не останавливайся на достигнутом. Постарайся подробнее разобраться в практической части науки о погоде. Найди в библиотеке или скачай в интернете учебник по *синоптической метеорологии*. Будь готов к тому, что он написан для взрослых людей, уже имеющих серьёз-

ную предварительную подготовку. В нём много формул и незнакомых терминов. Не отчаивайся, если сразу не сможешь понять их. Не спеша, понемногу, разбирайся в написанном, используя словари и справочники. Если возникнут серьёзные затруднения, можешь обратиться за помощью к своему школьному учителю географии.

В-четвёртых, отыщи интернет-порталы, посвящённые метеорологии и синоптике. Там ты найдёшь много полезного и интересного – в том числе ответы на возникающие у тебя вопросы. Существуют форумы, где общаются метеорологи-любители. Зарегистрируйся на них. Лучший способ узнавать новое – делать это в живом общении, воплощая полученные знания на практике.

Вот адреса веб-ресурсов, которые мы тебе рекомендуем.

<http://www.realmeteo.ru>

Реальная погода в цифрах и графиках.

Данные о погоде в некоторых городах России и Украины, представленные в очень удобной и понятной форме.

Обновление цифровых данных – каждые 5 минут, графиков – каждый час.

<http://meteocenter.net>

Погода в России и мире.

Прогнозы погоды, ответы на вопросы о погоде и метеорологии, библиотека, полезные ссылки.

<http://meteoweb.ru>

Сайт российских любителей метеорологии и астрономии.

Комментарии к фактической погоде, прогнозы погоды, описания метеорологических явлений, фотодневники.

<http://pogoda.ru.net>

Погода и климат.

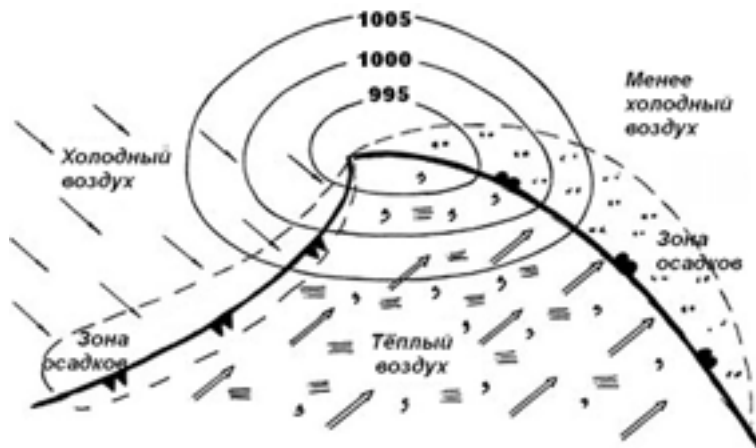
Описания погодных явлений, рекомендации по любительским наблюдениям. Климатические данные и погодная статистика за последние годы по ряду городов мира.

<http://meteoclub.ru>

МЕТЕОКЛУБ: независимое сообщество любителей метеорологии (Европа и Азия). Форум о погоде и природе.

Твой путь в метеорологию только начинается. Возможно, ты со временем (неважно – став профессионалом или оставаясь любителем) совершишь замечательные открытия в области этой молодой развивающейся науки.

Успехов тебе!



часть 6

ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Количество океанов
- Циркуляция океанов
- Причина океанических течений
- Причина приливов и отливов
- Связь океанов и климата

ТЕМЫ УРОКОВ

урок 24. МИРОВОЙ ОКЕАН.....	166
урок 25. СОЛЁНАЯ ВОДА	170
урок 26. ТЕЧЕНИЯ.....	174
урок 27. ВОЛНЫ	182
урок 28. ПРИЛИВЫ И ОТЛИВЫ.....	189
урок 29. ВОЛНОВАЯ ЭРОЗИЯ	194
урок 30. ОКЕАНЫ И КЛИМАТ.....	200



урок 24

МИРОВОЙ
ОКЕАН

Безбрежные просторы



СЛОВАРЬ:

- Мировой океан
- пролив
- море
- внутреннее море
- залив

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- океанология



Сколько всего океанов?

Мы называем свою планету Земля, но на самом деле «земля» (то есть суша) занимает на ней гораздо меньше места, чем вода. Почти три четверти поверхности нашей планеты покрыты океанами и морями. Все они соединены друг с другом. Поэтому иногда говорят о едином, **Мировом океане**. Но материки и острова разграничивают это водное пространство на четыре большие части – четыре разных океана.

Самый большой из них – *Тихий океан*, он занимает треть всей планеты. Он отделяет Азию и Австралию от Северной и Южной Америки.

Атлантический океан – второй по размерам. Он отделяет Северную и Южную Америку от берегов Европы и Африки.

Третий океан – *Индийский*. Он находится к югу от Азии.

На юге он, как и два других океана, достигает берегов Антарктиды.

Самый маленький – *Северный Ледовитый океан* – расположен вокруг Северного полюса.

Между собой океаны соединяются **проливами** – более узкими местами, ограниченными с двух сторон сушей (островами или материками). Пролив также может соединять основное пространство океана с морем.

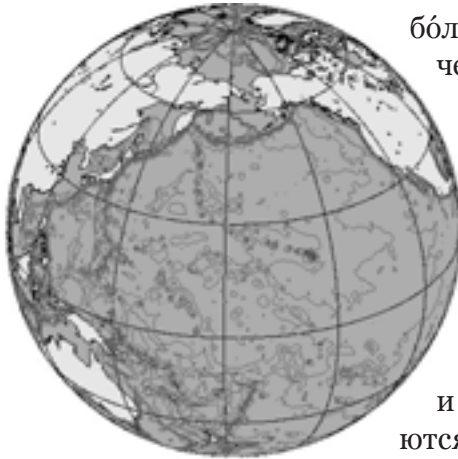
Море – это сравнительно небольшая область на краю океана, которая прилегает к суше или даже вдаётся в неё. Но слово «морской» мы обычно применяем ко всему, что относится не только к морям, но и к океанам.



- Чего на нашей планете больше: суши или воды?
- Какие ты знаешь океаны?
- Что такое море?



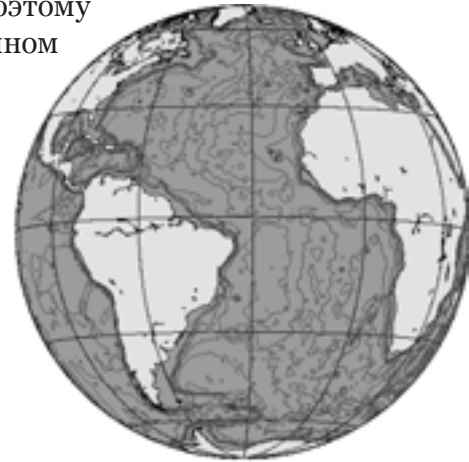
Атмосферу нередко называют «воздушным океаном». Ты многое узнал о процессах, которые в ней происходят. Поговорим теперь о других океанах – гигантских водных просторах, покрывающих



Тихий океан

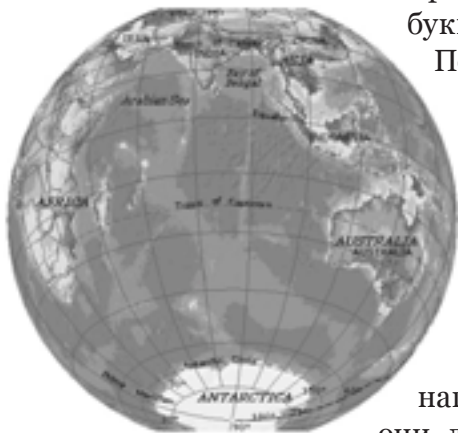
Тихий океан, расположенный к востоку от Азии и Австралии и к западу от Северной и Южной Америки, – самый большой. Он занимает более трети всей планеты – больше, чем вся суша вместе взятая. Из космоса видно, что он имеет округлую форму. В Тихом океане находится самое глубокое место Земли: Марианская впадина (11 023 м ниже уровня моря).

Атлантический океан находится к западу от Европы и Африки и к востоку от Северной и Южной Америки. Своей формой он напоминает широкую латинскую



Атлантический океан

букву S. Атлантический океан вдвое меньше Тихого. Под его водами скрывается самая длинная горная гряда в мире – Среднеатлантический хребет, протянувшийся с севера на юг практически от полюса к полюсу.

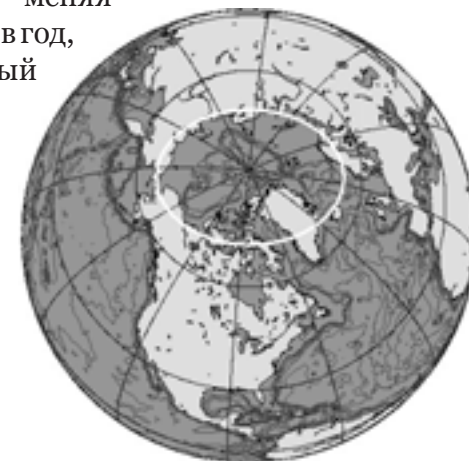


Индийский океан

Индийский океан – третий по величине. Он расположен к востоку от Африки, к югу от Азии и к западу от Австралии. По его водам проходили самые древние торговые пути – во многом, благодаря муссонам: меняя направление дважды в год, они давали необходимый ветер парусам.

Самый маленький океан – *Северный Ледовитый*. Он почти со всех сторон окружён сушей. Большую часть года этот океан находится в замёрзшем состоянии – отсюда и его название.

Часть учёных говорит о существовании пятого океана – *Южного*. Они считают, что его образуют части Атлантического, Индийского и Тихого южнее 55° южной широты. В этом есть определённый смысл: границы между южными частями трёх океанов очень условны, а водное простран-



Северный Ледовитый океан

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



ство, прилегающее к Антарктиде, имеет свои особенности. Но поскольку эта область не ограничена, хотя бы частично, сушей, многие учёные и практически все мореплаватели насчитывают всё же четыре, а не пять океанов.

Те места, где участки суши расположены ближе друг к другу, из-за чего водное пространство сужается, называются **проливы**. Самый длинный пролив на Земле (1760 км) – Мозамбикский: он находится в западной части Индийского океана, разделяя Африку и остров Мадагаскар. А самый широкий (820 км в самой узкой части) – пролив Дрейка между Южной Америкой и Антарктидой, он соединяет Атлантический и Тихий океаны.

Слова «море», «морской» мы часто применяем ко всему, что относится не только к морям, но и к океанам. Однако в научном смысле **моря** – это окраинные части океанов, примыкающие к суше или вдающиеся в неё, а также имеющие более высокое дно. Впрочем, в Атлантическом океане выделяют *Саргассово море*. Оно не имеет берегов и весьма глубокое. Морем его считают потому, что оно окружено течениями – и из-за этого здесь сложились особые условия: очень спокойная и прозрачная вода, а также своя *флора* и *фауна* (растения и живые существа).

Если море вдаётся в сушу особенно глубоко и соединяется с океаном только одним или несколькими узкими проливами, оно называется **внутренним морем**. Таково, например, *Средиземное море*, соединённое с Атлантическим океаном: оно окружено странами Европы, Африки и Ближнего Востока.

У многих морей есть части, которые ещё глубже вдаются в сушу. Это **заливы**. Иногда различия между морями и заливами очень условны. Так, Мексиканский залив на юге США фактически является внутренним морем, образованным Атлантическим океаном.

Океаны – важнейшая часть круговорота воды в природе. Их живительная влага достигает всех уголков Земли.



ДАЁМ ИМЕНА ОКЕАНАМ

Возьми контурную карту мира. Используя атлас, нанеси на неё названия океанов и континентов. Если размеры карты позволяют, можешь отметить также те моря и заливы, которые тебе известны. Затем аккуратно раскрась карту карандашами или фломастерами.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Сколько на Земле океанов?
- Какую часть планеты занимают океаны?
- Какой океан самый большой?
- Что такое проливы?
- Что такое моря?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Почему можно считать, что существует только один океан?
- Почему можно считать, что существует четыре океана?
- Почему можно считать, что существует пять океанов?





ЭКСПЕДИЦИЯ «ЧЕЛЛЕНДЖЕРА»

С древнейших времён моряки, возвращавшиеся из плавания, рассказывали много интересного о том, что им удалось повидать на океанских просторах и что нового они узнали. К сожалению, такие сведения, во-первых, еще не составляли системы (а без этого невозможен научный подход), а во-вторых, порой густо приправлялись небылицами.

Идея исследовать океан как единое целое, применяя научные методы, утвердилась в умах лишь в последней трети XIX века. Она принадлежала шотландскому биологу Чарльзу Уирвилу Томсону, который смог доказать правительству необходимость научной экспедиции. Королевский военноморской флот Великобритании предоставил для этой цели парусно-паровой корвет «Челленджер» (его название означало в переводе «бросающий вызов»). Это был военный корабль, но его переоборудовали для научных целей: оснастили биологическими и химическими лабораториями, лебёдками, измерительными приборами и устройствами.



Один из морских тралов «Челленджера»

Плавание «Челленджера» началось 21 декабря 1872 г. Возглавил её Чарльз Томсон, а одним из участников стал естествоиспытатель и гидрограф сэр Джон Мюррей. На борту находились 20 морских офицеров и более 200 человек экипажа. Целью экспедиции было изучение всех океанов.

«Челленджер» провёл в плавании три с половиной года, проплыв 127 584 км. Большую часть времени он шёл под парусами, двигатель же использовался в основном при сборе научных данных.

Корвет сделал 362 остановки по всему миру. Экипаж измерял глубину воды, температуру на разных глубинах, направление и скорость поверхностных течений. Производились заборы воды и донного грунта. Повсюду, где «Челленджер» бросал якорь, собирались метеорологические данные: фиксировались атмосферные явления и изменения погоды.

Участники экспедиции также собирали образцы животного мира на разных уровнях океана. Для этого они забрасывали в воду тралы. В результате удалось описать свыше 4000 новых видов морских обитателей.

Экспедиция «Челленджера» стала первой организованной попыткой тщательного и систематического изучения океана. Джон Мюррей назвал её «самым большим прогрессом в знаниях о нашей планете со времён знаменитых открытий XV–XVI веков». После возвращения корвета в Англию учёные опубликовали полученные данные в 50 томах. В отчёте детально рассказывалось о течениях, температурах, глубинах, топографии, геологии и биологии большей части океанов.

Таким образом, «Челленджер» положил начало новой научной дисциплине, изучающей океаны как единое целое: **океанологии**.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Океанология, или океанография, разделяется на четыре основных раздела. Биологическая океанология (или морская биология) изучает животный и растительный мир океана. Химическая океанология описывает состав морской воды. Геологическая океанология – это изучение океанического дна. И, наконец, физическая океанология – это исследование температуры, солёности воды, приливов и течений океана. Эта область океанологии теснее всего связана с метеорологией.

1 АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ ДНО



урок 25

СОЛЁНАЯ ВОДА

Испарение воды
и накопление соли

СЛОВАРЬ:

- дистиллированная вода
- опреснение

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- бассейный способ
- рапа



Откуда в море соль?

Даже если тебе ни разу пока не приходилось бывать на берегу моря или океана, ты всё равно знаешь: морская вода – солёная, её нельзя пить, ею нельзя поливать растения.

Но когда эта вода испаряется с поверхности океанов, соль остаётся внизу. В облака попадает уже пресная вода, чтобы затем пролиться к нам в виде дождя или снега. Господь устроил так, что огромные солёные океаны снабжают нас пресной водой!

Реки вымывают из почвы и приносят в океан новые порции соли. Поэтому океаны, хотя и очень медленно, становятся солонее.



- Как из солёной воды получается пресная?
- Что происходит с солью, когда вода испаряется из океанов?



Воды океанов и морей, испаряясь, насыщают влагой атмосферу, откуда она выпадает на землю в виде осадков, пополняя реки и пресноводные озёра, спасая от засухи и жажды растения, животных и человека. Но брать морскую воду непосредственно для питья или полива невозможно: она солёная и непригодна для поддержания жизни.

В одном килограмме морской воды содержится в среднем немного больше 26 граммов обычной соли. Растворены в ней и другие минеральные примеси, а также газы (включая кислород). (Подробнее об этом рассказывается в пособии «Мир веществ»).

Можно спросить: зачем же Бог, создав такие огромные водные запасы, сделал так, чтобы мы не могли ими пользоваться? Но сам этот вопрос поставлен неправильно. Он должен звучать так: сотворил ли Господь океаны солёными – или они стали такими впоследствии? Мы не знаем точного ответа, но можем сделать некоторые расчёты.



Главный механизм, который делает морскую воду солёной в наши дни, – это испарение. Превращаясь в водяной пар, молекулы воды отделяются от всех других веществ, которые были в ней растворены. После конденсации пара образуется **дистиллированная вода** – очень чистая, практически не содержащая примесей. Именно такая вода находится в облаках. Соли и минералы, от которых она освободилась, остаются в океане.

Выпав на землю в виде осадков и просачиваясь через горные породы, вода снова начинает растворять в себе всевозможные вещества, включая соль. Содержание этих веществ в ручьях, реках и озёрах невелико и не ощущается нами. Но когда эти маленькие новые порции попадают с реками в океан, они прибавляются к сохранившимся там старым запасам. Поэтому вода в океанах понемногу становится солонее.

Сторонники теории эволюции убеждены, что океаны начали образовываться 3,5 миллиарда лет назад. Однако, исходя из современной скорости увеличения их солёности, можно подсчитать: вода из полностью пресной достигла бы нынешнего уровня содержания соли за 62 миллиона лет. Это тоже очень большой срок, но он опровергает гипотезу о трёх с половиной миллиардах лет: за такой промежуток времени вода в океане стала бы настолько солёной, что никакая жизнь в нём была бы невозможна.



Реки возвращают воду в океаны, неся с собой новые порции соли и других минералов

Всемирного Потопа солёность воды должна была резко увеличиться из-за попавшего в неё большого количества разнообразных минералов. С учётом этого получается, что океаны могли достигнуть нынешнего уровня солёности не более чем за 10 тысяч лет. А это вполне соответствует тому, что говорит о возрасте нашего мира Библия.

Да, морская вода непригодна для утоления жажды. Но, как ты узнал, Творец снабдил солёные океаны механизмом **опреснения** – удаления из воды содержащихся в ней солей. Господь использует для этой цели испарение и последующую конденсацию. С помощью созданных Им процессов Бог доставляет пресную воду всему живому на Земле в достаточном количестве.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

На кораблях и в прибрежных районах, где плохо обстоит дело с пресной водой, люди опресняют морскую воду, удаляя из неё соль при помощи специальных устройств – опреснительных установок. А для бытовых нужд в приморских странах (например, в Гонконге) может использоваться морская вода, чтобы экономить пресную.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО





ОТЛОЖЕНИЕ СОЛИ

Цель: продемонстрировать, как океаны накапливают соль.

Материалы: стакан, тёплая вода, соль, чайная ложка, тёмный цветной картон (желательно чёрный или густой синий), кисточка.

Ход работы

1. Налей в стакан до половины тёплую (почти горячую) воду.
2. Насыпай в него по одной чайной ложке соль и размешивай, пока она не перестанет растворяться (это называется *насыщенный раствор*).
3. Обмакивая в стакан кисточку, нарисуй солёной водой на листе цветного картона какой-нибудь узор.
4. Оставь картон на кухне на ночь, чтобы он высох.

Вывод

После того как вода испарится, на картоне останется рисунок из кристалликов соли. Если его плохо видно – можешь проверить, попробовав языком. То же самое происходит и в океанах: вода испаряется, а соль – остаётся и накапливается.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Почему соль накапливается в морях и океанах?
- Что такое дистиллированная вода?
- Как солёная вода океанов становится пресной?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Почему рыбы и некоторые растения могут жить только в солёной воде?
- Какие свойства океанов подтверждают относительную молодость Земли?
- Как получают дистиллированную воду в лабораториях?



ДОБЫЧА МОРСКОЙ СОЛИ

Без любого пищевого продукта мы можем обойтись, даже без хлеба. Но не без соли. Это единственное вещество, которое ничем заменить и без которого наша жизнь невозможна. Без соли в нашем организме не происходит обмена веществ, прекращается пищеварение. Каждый человек в среднем потребляет за год около 8 кг соли.

Именно с солью, как самым необходимым в мире веществом, сравнивает Своих учеников Иисус Христос: *«Вы – соль земли. Если соль потеряет свой вкус, то что может опять сделать её солёной? Она уже ни к чему не пригодна, останется лишь выбросить её вон, под ноги людям»* (Евангелие от Матфея 5:13).

Зная о важности соли, можно оценить, как заботится о нас Господь, давший нам огромные запасы этого необходимого минерала.

Часть соли добывают на суше, в соляных месторождениях. Но с древних времён и до наших дней используется также другой метод её добычи: **бассейным способом**.

На берегу моря выкапывают цепочку водоёмов и по каналам (*протокам*) наполняют их морской водой. Дно этих бассейнов промазывают глиной, не дающей воде про-



сачиваться в почву. Вода находится здесь некоторое время, пока не осядут песок, глина, камешки. Затем её через новые протоки выпускают в следующую цепочку бассейнов, а оттуда – в третью. Каждый раз глубина водоёмов становится всё меньше. Переходя из бассейна в бассейн, вода медленно испаряется под воздействием солнца и ветра, концентрация соли в ней возрастает. Образуется густой природный солевой раствор – **рапа́**.



Наконец в последнем бассейне появляется слой соли. Её оттуда выгребают. Раньше это делали вручную, специальными скребками на длинных ручках. Сейчас во многих странах используется солеуборочный комбайн. При помощи насоса он засасывает влажную соль и обезвоживает её.

Затем на открытых площадках соль насыпают *буртами* – «холмами» высотой 10–15 м. Дождевая вода промывает их, выносит остатки грязи и ненужные химические соединения. При этом около 8 % соли растворяется и теряется. Но дело того стоит – потому что в результате соль, добытая бассейнным способом, оказывается чище, чем извлечённая из наземных отложений. Кроме того, она содержит в микродозах многие полезные для здоровья человека элементы: калий, натрий, кальций, магний, железо, бром, йод, марганец, цинк, железо, селен, медь, кремний и т. д.

На конечном этапе бурт разгребают экскаваторами. Соль или насыпают в грузовые вагоны (для промышленных целей), или отправляют в цех, где её мелко перемалывают и упаковывают. В магазинах она продаётся с этикеткой «Морская соль».

Ежегодно на Земле из моря добывают более 6 млн тонн соли. Крупнейшие в мире соляные бассейны расположены в заливе Сан-Франциско (США). Во Франции, на берегу Средиземного моря, в дельте реки Рона, сбор соли осуществляют машинами, производительность которых – 500 тонн в час.

Чтобы получить тонну соли, необходимо выпарить по меньшей мере 40 т морской воды. Но эти затраты с лихвой окупаются сопутствующей продукцией, получаемой из осадков, которые выпадают из рапы. При комплексной переработке морской воды на каждые 10 000 тонн соли можно получить 1730 т сырого гипса (строительный материал), 370 т калийных солей (удобрение) и другие материалы.

В странах с более холодным климатом, таких как Англия, в прошлом соль добывали не выпариванием, а «вывариванием» морской воды.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО

урок 26

ТЕЧЕНИЯ
Реки в океанах

СЛОВАРЬ:

- поверхностные течения
- глубинные течения
- апвеллинг

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- океанические вихри (ринги)
- меандрирование



Почему возникают течения?

В 1992 г. во время шторма в Тихом океане с палубы грузового корабля смыло в воду 29 000 пластмассовых уточек. Через несколько месяцев некоторых из них можно было встретить у побережья Индонезии, возле Австралии и Южной Америки. А через 8 лет уточек заметили среди арктических льдов и в Атлантическом океане! Как они туда попали?

Дело в том, что вода в океанах всё время находится в движении. Она образует потоки, которые постоянно перемещаются в одних и тех же направлениях – словно реки посреди водяных берегов. Эти движения воды называются **поверхностными течениями**.

Возникновение течений тесно связано с ветрами. Те из них, которые дуют постоянно, приводят в движение и воду. Например, пассаты (вспомни, что это за ветры) увлекают воду по обеим сторонам экватора в западном направлении. Ещё на эти потоки действует вращение Земли. Оно заставляет их понемногу сворачивать в направлении полюсов. Что получается в результате? Тёплые течения устремляются к полюсам, неся с собой тепло. А холодная вода движется обратно к экватору (с холодными поверхностными течениями, а также в океанских глубинах).

Самое известное течение – это *Гольфстрим*. Он устремляется на север вдоль восточного побережья США, а потом поворачивает в сторону Европы. Вода в нём очень тёплая, иногда до 30 °С. Это тепло согревает Европу. Поэтому её климат – мягкий, без сильных морозов.

Вода в морях и океанах движется и по другим причинам: из-за приливов и волн. Об этом мы поговорим на следующих уроках.



- Как называется «река» движущейся воды в океане?
- Почему возникают течения?
- Что ты знаешь о Гольфстриме?





Если бы вода в океанах была неподвижна, она могла бы застояться, и вся жизнь в ней погибла бы. Но такая катастрофа водному миру не грозит. Создатель запустил в действие механизмы, которые постоянно приводят воду в движение. Существует три таких основных механизма: это *течения, приливы и волны*.

Летом 1881 г. в Северном Ледовитом океане, севернее Дальневосточного региона России, было раздавлено льдами судно полярной экспедиции США «Жаннета». А три года спустя различные предметы с этого корабля были найдены за тысячи километров к западу, у берегов острова Гренландия. Это никого не удивило. Людям издавна было известно, что вода в Мировом океане может перемещаться на огромные расстояния.



Схема Гольфстрима

Такие горизонтальные движения воды называются **поверхностными течениями**. Это огромные потоки шириной в десятки и сотни километров, а глубиной достигающие 300 метров (по некоторым данным, глубина течения Гольфстрим – 500 м).

Течения иногда образно называют «реками в океане». Берега у этих странных рек тоже состоят из воды. Но вода вокруг течения остаётся на одном месте, а внутри него – движется. Кроме того, температура воды в «реке» обычно отличается от температуры «берегов» (по этому признаку течения делятся на тёплые, холодные и нейтральные).

Причин, вызывающих течения, несколько: это и разница в нагревании и охлаждении различных участков поверхности воды, и колебания атмосферного давления, и выпадение осадков над океаном. Но главную роль в образовании течений играют ветры и вращение Земли вокруг своей оси. Неудивительно поэтому, что существует тесная связь между преобладающими ветрами и морскими течениями, их направлениями и скоростью: как потому, что ветры увлекают своей силой воду, так и потому, что на воздушные и водные потоки одинаково воздействует земное вращение.

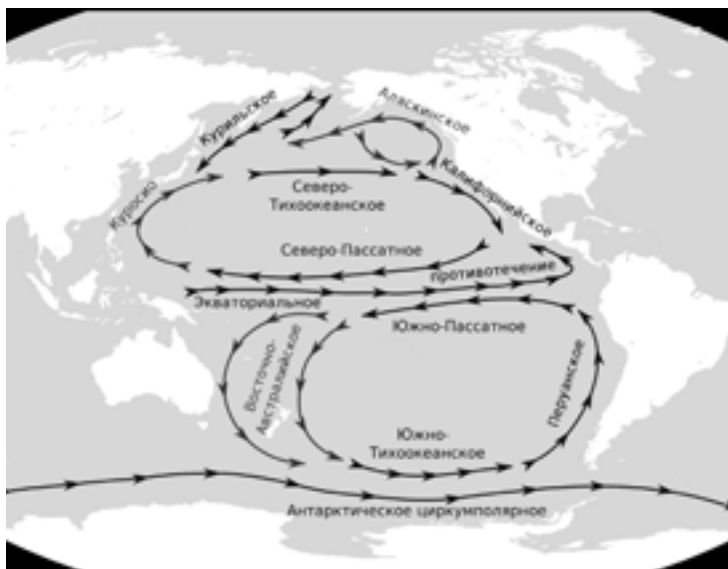
Например, вода океанов в тропическом поясе увлекается на запад пассатами (их западное направление, как ты помнишь, вызвано именно суточным вращением нашей планеты). Так возникают *Северо-Пассатное* и *Южно-Пассатное* течения. А между ними, в районе экватора, образуется более прохладное *Экваториальное противотечение*, направленное на восток.

Самое мощное в мире – *Антарктическое циркумполярное течение*. На огромном пространстве Южного полушария нет значительных массивов суши. Здесь господствуют сильные западные ветры. Они интенсивно переносят воду в восточном направлении. Поэтому другое его название – *течение Западных ветров*. Оно полностью огибает Землю, соединяя в круговом потоке воды трёх океанов. Ширина этого течения около 1300 км. Чтобы обойти Антарктиду, его водам необходимо 16 лет. Тем не менее каждую секунду течение переносит около 200 млн тонн воды (почти в 3 раза больше, чем Гольфстрим).

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Самое мощное в мире – *Антарктическое циркумполярное течение*. На огромном пространстве Южного полушария нет значительных массивов суши. Здесь господствуют сильные западные ветры. Они интенсивно переносят воду в восточном направлении. Поэтому другое его название – *течение Западных ветров*. Оно полностью огибает Землю, соединяя в круговом потоке воды трёх океанов. Ширина этого течения около 1300 км. Чтобы обойти Антарктиду, его водам необходимо 16 лет. Тем не менее каждую секунду течение переносит около 200 млн тонн воды (почти в 3 раза больше, чем Гольфстрим).

1	АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ
2	ПОГОДА И КЛИМАТ
3	ОБЛАКА
4	ВЕТРЫ И БУРИ
5	НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ
6	ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ
7	МОРСКОЕ ДНО



Течения Тихого океана

Вращение Земли влияет на течения так же, как и на воздушные потоки. Поэтому они тоже по мере своего продвижения начинают отклоняться в сторону: в Северном полушарии – по часовой стрелке, а в Южном – против часовой. Правда, бывают и исключения: например, Аляскинское течение в северо-восточной части Тихого океана. На его направление влияет выгнутая береговая линия, вблизи которой оно протекает, и в результате это течение поворачивает в обратную сторону, против часовой стрелки.

Ты, конечно, уже удивился тому, насколько схожи процессы, происходящие в атмосфере и океане. Вот ещё одно их сходство: поверхностные течения, как и ветры, бывают как постоянными, так и периодическими. *Периодические*, подобно муссонам, дважды в год изменяют своё направление на противоположное. Например, *Сомалийское течение* вблизи побережья Африки движется с мая по сентябрь на север, а с ноября по март – на юг.

Скорость большинства течений невелика: от 0,5 до 3 км/ч. Но есть среди них и мощные потоки, в которых вода достигает 9 км/ч (в Гольфстриме, Сомалийском и Экваториальном течениях и др.).

Возле экватора солнечное тепло нагревает не только воздух (вызывая глобальные ветры), но и воду. Течения, идущие от тропиков, уносят эту тёплую воду в сторону полюсов. А другие течения влекут в обратном направлении, от полюсов к экватору, прохладную воду. *Тёплые* и *холодные течения* оказывают огромное влияние на климат тех земель, мимо которых они протекают.

Гольфстрим – очень тёплое и быстрое поверхностное течение, которое движется на север вдоль восточного побережья США, а потом сворачивает в сторону Европы. Каждую секунду оно переносит в среднем около 75 миллионов тонн воды. Для сравнения: самая полноводная река мира Амазонка переносит лишь 220 тысяч тонн воды в секунду. В южной части Гольфстрима его ширина составляет 70–100 км, а в северной – около 500 км.

Гольфстрим переносит тропические воды к умеренным широтам. Температура воды в отдельных его местах иногда достигает 30 °С. Именно этот тёплый поток во многом определяет климат, а значит, и жизнь Европы. Благодаря ему в Европе господствует мягкий, относительно влажный климат без сильных зимних морозов.

Соответственно, холодные течения делают климат территорий, мимо которых они протекают, не только прохладным, но и сухим: ведь холодный воздух не может удержать столько влаги, сколько способен тёплый. Прохладное и медленное *Калифорнийское течение* движется на юг вдоль западного побережья США и Мексики, принося периодические засухи на мексиканские прибрежные земли.

В некоторых случаях несколько поверхностных течений, тёплых и холодных, поворачивая под воздействием вращения планеты, смыкаются своими краями,





Учёные опускают в океан прибор, который два года будет фиксировать направление, скорость, температуру, солёность течений на глубине до 2000 м. По своим функциям и принципу действия он сходен с атмосферным радиозондом

образуя огромный *круговорот*. Таких гигантских круговых потоков существует пять. Два из них находятся в Тихом океане, два – в Атлантическом и один – в Индийском. Круговорот в северной части Атлантического океана является границей Саргасова моря, о котором ты узнал на прошлом уроке.

Однако перемещением поверхностных водных слоёв дело не ограничивается. Существуют и **глубинные течения** – потоки в толще воды, под нижней границей поверхностных течений. Они значительно медленнее и не связаны непосредственно с силами, действующими на поверхность океана. Что же тогда заставляет их двигаться?

Основная причина возникновения глубинных течений – это различная плотность воды в разных местах океана. А она зависит от температуры и солёности (холодная вода плотнее тёплой, солёная – плотнее пресной). Например, Средиземное море более солёное, чем Атлантический океан. В том месте, где их воды встречаются, морская вода опускается под океаническую, менее плотную. Сходным образом, в то время как тёплое течение движется поверх холодного в сторону полюсов, более плотная холодная вода устремляется в глубине обратно к экватору. Под всеми крупнейшими поверхностными течениями суще-

ствуют достаточно сильные глубинные противотечения.

Но и это не всё. Происходит и вертикальное перемешивание океанов. Когда поверхностные воды, сильно нагреваясь у экватора, приводятся в движение пассатами, на их место поднимаются прохладные воды из глубин. Этот процесс называется **апвеллинг**. Он происходит и в некоторых других местах океана, помимо экваториальной области. Скорость его невысока: несколько десятков метров в месяц.

Тёплые воды, в свою очередь, достигнув с поверхностными течениями высоких широт, охлаждаются, становятся тяжелее и опускаются вниз, а затем глубинными течениями перемещаются обратно к экватору. Таким образом, холодная вода перемещается как в поверхностных слоях (холодные течения), так и в глубинных.

Таков удивительно совершенный механизм, созданный Богом для того, чтобы перемещать воду в океанах по всей планете. Её постоянное движение помогает переносить тепло от экватора в более прохладные регионы. В результате тропики не перегреваются под прямыми солнечными лучами, а полярные регионы чрезмерно не переохлаждаются.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Опускание вод и их подъём с глубины на поверхность имеют огромное значение для всего живого в океане. При погружении поверхностные воды, насыщенные кислородом, обогащают им придонные и глубинные слои. А при апвеллинге наверх выносятся свежие запасы необходимых для жизни питательных веществ. Поэтому области апвеллинга густо и разнообразно населены морскими обитателями. Один и тот же процесс (апвеллинг) Господь использует в различных целях: как для регулировки температуры, так и для поддержания жизни.

1	АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ
2	ПОГОДА И КЛИМАТ
3	ОБЛАКА
4	ВЕТРЫ И БУРИ
5	НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ
6	ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ
7	МОРСКОЕ ДНО



КАРТА ТЕЧЕНИЙ

Найди в интернете или в книгах карту поверхностных течений. Возьми контурную карту и нанеси на неё крупнейшие из этих течений. Обозначай тёплые течения красными линиями и стрелками, а холодные – синими. Изобрази пять круговоротов и подпиши названия течений, которые их составляют. Обрати внимание: в один из них входит часть Гольфстрима. Красиво оформленную карту можешь повесить над письменным столом.



КАК ОБРАЗУЮТСЯ ТЕЧЕНИЯ

Цель: смоделировать возникновение глубинных течений.

Материалы: большая стеклянная миска, маленькая стеклянная бутылка, красный и синий пищевой краситель, соль, вода, плотные резиновые перчатки.

Ход работы

ОПЫТ 1.

1. Надень плотные хозяйственные резиновые перчатки, чтобы не обжечься.
2. Наполни стеклянную миску холодной водой, а маленькую бутылку – до краёв горячей (но не кипятком).
3. В горячую воду добавь красный краситель и перемешай.
4. Закрой пальцем отверстие бутылки и положи её боком на дно миски с холодной водой.
5. Осторожно убери палец от отверстия и вытащи руку из воды.
6. Наблюдай, как тёплая вода постепенно поднимается к поверхности.

ОПЫТ 2.

1. Вылей воду из миски и из бутылки.
2. Теперь, наоборот, миску наполни горячей водой, а бутылку – холодной.
3. Добавь в бутылку с водой синий краситель и перемешай.
4. Закрой пальцем отверстие в бутылке и аккуратно боком погрузи её в миску с тёплой водой.
5. Продолжая держать бутылку под самой поверхностью воды, аккуратно убери палец от отверстия.
6. Наблюдай, как холодная вода медленно опускается на дно миски.

ОПЫТ 3.

1. Набери в маленькую бутылку воды комнатной температуры.
2. Всыпь туда столовую ложку соли и перемешай.
3. Наполни миску пресной водой комнатной температуры.
4. Добавь краситель в бутылку.
5. Закрой пальцем отверстие в бутылке и опусти её чуть ниже поверхности воды в миске. Что происходит?

ОПЫТ 4.

1. Повтори подготовку к опыту 3, заменив воду в миске на солёную (добавь в неё несколько столовых ложек соли и тщательно перемешай), а воду в бутылке – на пресную.
2. Добавь краситель в бутылку.



3. Положи бутылку с пресной водой на дно миски с солёной водой. Что ты наблюдаешь?

Выводы

Вода, имеющая меньшую плотность (тёплая или пресная), будет подниматься к поверхности, а вода с большей плотностью – растекаться над самым дном. В результате различия плотности воды она приходит в движение. Подобным образом возникают глубинные течения.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?

 - Что такое поверхностное океаническое течение?
 - Почему возникают поверхностные течения?
 - Как быстро движутся поверхностные течения?
- Что такое Гольфстрим?
 - Как возникают глубинные течения?
 - Что такое апвеллинг?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?

 - К каким климатическим изменениям приводят тёплые поверхностные течения?
 - К каким климатическим изменениям приводят холодные поверхностные течения?

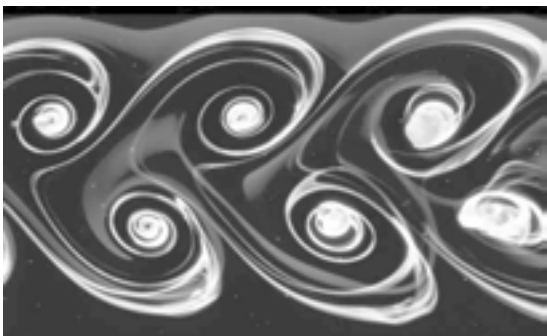


ВИХРИ В ОКЕАНЕ

Ты знаешь, как непрерывно циркулирует воздух в атмосфере Земли. Теперь ты видишь, что и вода на нашей планете не находится в покое, а постоянно движется. Более того: её циркуляция во многом сходна с тем, что происходит в воздушном пространстве.

Течения не только порождаются ветрами – они во многом напоминают потоки ветров. Посреди водных масс есть свои «муссоны» и «пассаты». Тёплые массы поднимаются вверх, а холодные идут вниз. В циркуляцию океанов вовлечены практически все его воды от поверхности до дна; так же и в атмосфере нет «тихих уголков», где воздух останавливался бы надолго.

Мало этого: на просторах океанов существуют свои «циклоны» и «антициклоны». Это – **океанические вихри (ринги)**, круговые движения воды, подобные движениям воздуха в атмосферных вихрях. Нет, это не ужасные водяные воронки из легенд, кото-



Модель образования вихрей вдоль течения

рые якобы засасывали в себя корабли. Чтобы их обнаружить, нужны специальные наблюдения. Центр таких вихрей обычно находится на десятки метров ниже уровня океана.

О существовании рингов сначала была выдвинута гипотеза. А в 1970 г. океанологи из СССР обнаружили и зафиксировали их.

О том, как возникают океанические вихри, существуют различные предположения. По одной из версий, с течениями время от времени происходит то же, что и с назем-

1	АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ
2	ПОГОДА И КЛИМАТ
3	ОБЛАКА
4	ВЕТРЫ И БУРИ
5	НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ
6	ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ
7	МОРСКОЕ ДНО

ными реками: меняя на отдельных участках своё направление, они образуют излучину (*меандр*). Затем в какой-то момент поток спрямляет направление, и излучина отделяется от него. Такой процесс называется **меандрирование**. Но если у рек в результате образуются водоёмы со стоячей водой, то в рингах, порождённых течениями, совершается круговое движение воды.

Например, выяснилось, что Гольфстрим слева от своего потока образует *антициклонические* (вращающиеся по часовой стрелке, если смотреть сверху) *ринги* диаметром 150–200 км с относительно тёплой водой. На правой окраине Гольфстрим образует *циклонические ринги* (вращающиеся против часовой стрелки) диаметром около 200 км, несущие относительно холодную воду.

Ты, конечно, и сам уже понял, что в Южном полушарии всё происходит наоборот: тёплые антициклонические вихри вращаются против часовой стрелки, а холодные циклонические – по часовой. Сможешь объяснить, почему так происходит?

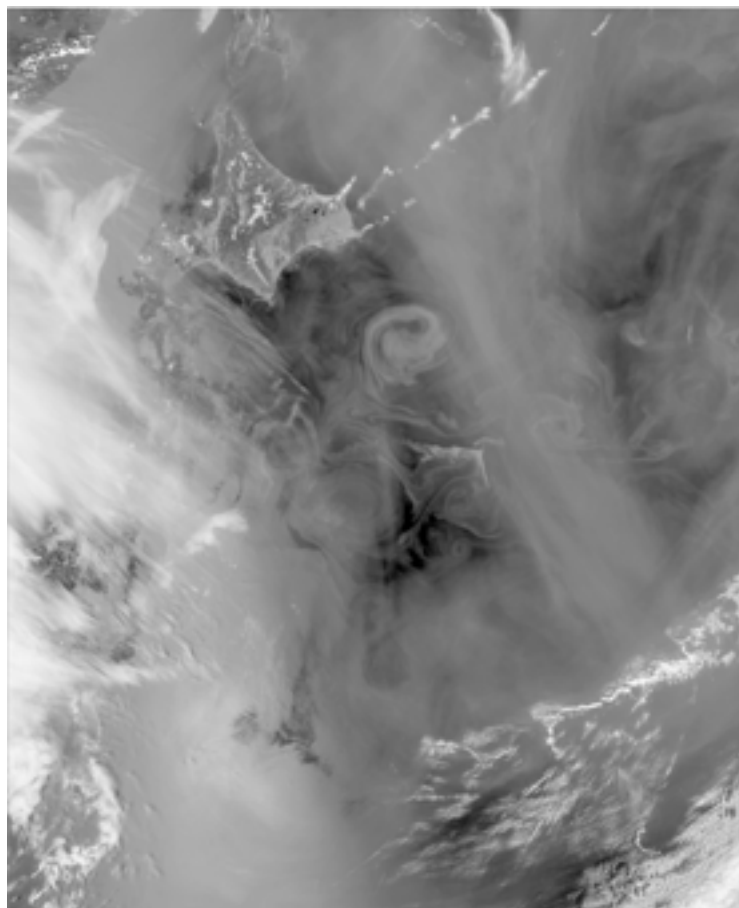
Вихревое движение вод, как и апвеллинг, совершает вертикальное перемешивание океанов. Циклонический ринг поднимает воду из глубинных слоёв к поверхности в центральной части вихря (при этом на его внешней окраине тёплые поверхностные воды медленно опускаются на глубины). В результате на поверхность попадает большое количество питательных веществ, что способствует процветанию поверхностных форм жизни. В свою очередь, антициклонический вихрь в своей центральной части устремляет вниз тёплую воду с поверхности, а под жаркие лучи Солнца поступают другие водные массы. В результате этого порой успевает нагреться слой воды толщиной до 100 м: этого запаса тепла хватает, чтобы подогреть воздух над океаном в течение всей зимы.

Таким образом, подобно атмосферным циклонам и антициклонам, вихри влияют на погоду в океане.

Ринги не только вращаются, но и перемещаются в разные стороны на сотни и тысячи километров. Теплолюбивые организмы, попадая в антициклонические вихри, могут появляться в холодных регионах. Например, в относительно холодную часть Японского моря у берегов Приморского края попадают с вихрями течения Кюросио тропические рыбы: катран и тунец.

Непосредственно наблюдать ринг можно только со спутника. Исследование океанических вихрей производят специальные экспедиции, измеряя скорость морских течений на определённых глубинах.

Несомненно, многое в океанах и сейчас остаётся для людей тайной. Способы, которыми Создатель регулирует циркуляцию вод и погоду на Земле, удивительны и многообразны.



Немного выше центра этой фотографии, сделанной со спутника, видна спираль океанического вихря



ЭТО ИНТЕРЕСНО!

**МЭТЬЮ МОРИ
(1806–1873)**

Офицер военно-морского флота США Мэтью Фонтейн Мори был также учёным. Зная не понаслышке, насколько парусные суда зависимы от ветра и волн, он изучал метеорологию и океанографию – науку об океанах.

Но Мори был ещё и христианином. Читая Библию, он не сомневался в её достоверности и точности. Однажды его внимание привлекли два стиха из Псалмов: «... все, преходящее морскими стезями» (Псалом 8:9, Синодальный перевод) и «Путь пролегал через море, и тропа Твоя – через воды глубокие...» (Псалом 76:20). Мэтью задумался: если Божье Слово говорит, что в море есть «стеzi», тропы – значит, они действительно должны быть. О течениях к тому моменту моряки знали, но «преходить», перемещаться ими не пытались. Но раз Бог сотворил морские пути – почему мы их отвергаем?

Так Священное Писание побудило Мэтью Мори начать работу над картой течений Мирового океана. «Библия авторитетна во всём, чего она касается», – утверждал он. В 1835 г. Мори опубликовал статью, впервые высказав мысль: можно сократить время плавания судов, пользуясь не только попутными ветрами, но и течениями.

Однако вскоре случилось несчастье. Мори сломал ногу. Он больше не мог выходить в море, не имел возможности проверить своё утверждение и провести корабль стезями течений. Его перевели служить на берег и назначили начальником Депо карт и приборов (архива морских карт) в Вашингтоне. Но Мори не отчаивался. Своё новое назначение он воспринял как дар свыше, решив, что оно не сузило, а расширило его возможности. С неутомимой энергией он начал обработку вахтенных журналов судов всех стран, нанося на карту множество найденных там данных.

Первые результаты Мори касались северной части Атлантического океана. И они сразу же дали возможность почти наполовину уменьшить время пути парусных судов из Нью-Йорка к экватору: вместо



40 суток – только 24. Экономилось не только время, но и расходы на плавание.

Столь блестящий результат вызвал у мореплавателей чувство благодарности. Капитан клипера «Гертруда» написал Мори: «До того как я получил Ваши карты, я пересекал океан с завязанными глазами». Капитаны спрашивали Мори, как его отблагодарить – а он просил их производить больше наблюдений и присылать ему записи. Взамен исследователь отправлял новые разработанные им пути для судов.

Более тысячи капитанов снабжали Мори информацией, и к 1854 г. он обработал более миллиона сообщений! В результате он смог составить многие маршруты, иногда более чем наполовину сократив их сроки. Оказалось, что почти всегда кратчайший по расстоянию путь не является быстрейшим по времени. И задача капитана – воспользоваться тропой, проложенной для него Создателем.

Мэтью Мори совершил и другие открытия. Он выпускал бюллетени для моряков, а также написал первую «Физическую географию моря». По его настоянию в 1853 г. в Брюсселе собралась первая Международная конференция по метеорологии и морской географии.

Неверующие биографы, рассказывая о жизни Мори, удивляются: как он, ещё не имея материалов для построения теории, сумел предугадать результат будущих исследований? Но Мэтью Мори слушал Бога и верил Ему. У него не было сомнений, что морские стеzi существуют, поскольку о них сказано в Библии.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



урок 27

ВОЛНЫ

Нежно берега касаясь



СЛОВАРЬ:

- морские волны
- волнение
- гребень
- подошва
- высота волны
- длина волны
- буруны
- прибой
- отбойная волна
- шкала Бофорта

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- цунами



Что представляет собой движение волн?

Ветры не только порождают течения. Они ещё и колеблют воду морей и океанов.

Вот как это происходит. Ветер подхватывает немного воды, поднимает её вверх и подталкивает в сторону. Вода опускается назад, но при этом толкает соседние частицы воды, тоже заставляя их колебаться. И так повторяется снова и снова. В результате на водной поверхности образуются **морские волны**.

Запомни: сама вода в волнах перемещается совсем на небольшое расстояние, а потом возвращается назад. Волна – это не движущаяся вода (как течение), а движущийся след от напора ветра. Энергия этого напора передаётся от одних частиц воды к другим, они по очереди поднимаются и опускаются. Удивительно, правда? Такое колебание может пройти по морю тысячи километров, но вода в каждом месте этого пути будет перемещаться лишь на несколько десятков сантиметров!

Когда волны приближаются к берегу, они становятся круче, наклоняются вниз, растут в размерах, пока их верхняя часть не обрушивается вниз. Такая разбивающаяся

волна называется **бурун**.

Возле линии берега возникает **прибой**: волны накатываются на пляж, выплёскивая на сушу немного воды. Затем эта вода стекает обратно в море.



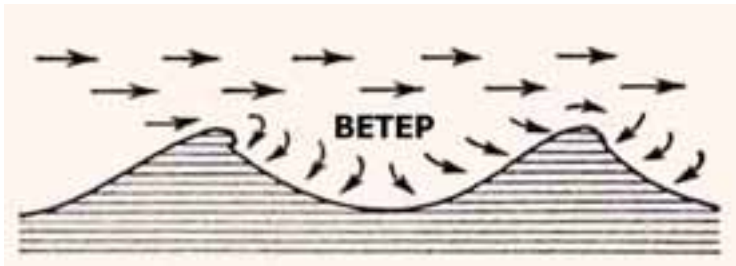
- Почему образуются волны?
- Как движется вода в волне?
- Что такое прибой?



Приходилось ли тебе бывать на берегу моря? Слушать, как набегает на берег волны? Это очень приятный и успокаивающий звук. Люди иногда специально записывают его и слушают на фоне музыки. Есть любители кататься на волнах на специальной доске; этот вид спорта называется **сёрфинг**.

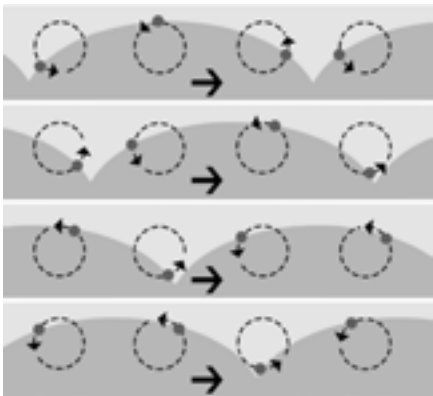


Что же такое волны и как они возникают? Их, как и течения, порождает ветер – но иным способом. Увлекая за собой течения, он перемещает по всему земному шару огромные массы воды. Но кроме этого ветер постоянно, то усиливаясь, то слабея, то изменяя направление, заставляет воду на поверхности океанов и морей колебаться. Он перемещает молекулы воды на небольшие расстояния, поднимая их вверх. Когда эта вода под действием силы тяжести снова опускается вниз, она побуждает соседние молекулы тоже смещаться со своих мест, отодвигаться в сторону. Так возникают колебания – **морские волны**. А сам процесс образования волн на поверхности воды называется её **волнением**.



Воздействие ветра на воду

Особенность колебательного движения состоит в том, что при нём не перемещается сама масса воды. Каждая её молекула движется на очень ограниченном расстоянии: она лишь поднимается вверх, переносится немного вперёд, падает вниз и откатывается назад. При этом она «толкает» соседние молекулы, заставляя их делать то же самое. В результате по океану движется не масса воды, а энергия, которую одни частицы воды передают другим. Волны могут проходить по водной поверхности сотни и даже тысячи километров, но отдельные молекулы воды при этом путешествуют по небольшим круговым орбитам, практически оставаясь на месте (см. схему).



Распространение волн: круговые траектории движения частиц воды и сама волна, перемещающаяся вправо

Чтобы тебе было понятнее, как энергия может передаваться на большие расстояния без перемещения массы вещества, представь себе, что ты стоишь на вокзале. Мимо проходит грузовой поезд. Он замедляет ход, потом тормозит – и ты слышишь, как от локомотива к хвосту поезда волной проносится металлический лязг. Это первый вагон своим буфером ударился в буфер остановившегося локомотива, второй вагон своим буфером – в буфер первого, и так далее, до самого последнего вагона. Ты отчётливо слышал, как мимо тебя из головы в хвост прошло движение энергии столкнувшихся буферов. Но при этом каждый вагон после того, как локомотив затормозил, проехал совсем маленькое расстояние: 1–2 см. Подобным образом в морских волнах движется энергия, полученная водой от ветра, но сама вода при этом почти не перемещается.

Самая высокая точка волны называется **гребень**, а самая низкая – **подошва**. Расстояние между этими двумя точками составляет **высоту волны**. В открытом океане обычная волна бывает высотой до одного метра. А **длина волны** равняется расстоянию между двумя соседними гребнями.

По мере приближения к берегу форма волны меняется. Её нижняя часть на мелководье начинает взаимодействовать с дном.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Физики словом «вълны» называют любые колебания или изменения состояния чего бы то ни было – физической среды или поля. Морские волны полностью подходят под это определение.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



Подोшва замедляет своё движение, а гребень обгоняет её, продолжает двигаться с прежней скоростью. В результате волна становится круче, наклоняется вниз под действием силы тяжести. Кроме того, высота волны возрастает: задние частицы воды продолжают напирать на передние, затормозившие, и в результате «взбираются» на них. Иначе говоря, энергия, ранее передаваемая через сохранение скорости волны, при её замедлении начинает расходоваться на увеличение её размера. В результате этого увеличивается расстояние, на которое перемещаются отдельные молекулы воды.



Когда верхняя часть волны намного обгоняет нижнюю, её гребень обрушивается, образуя **буруны**.

Даже если волны в открытом море шли под углом к берегу, вблизи они разворачиваются к нему параллельно. Это тоже происходит из-за того, что волна начинает тормозиться о дно. Та часть волны, которая подошла ближе к берегу, начинает двигаться медленнее, соседние части догоняют её – и в результате косая волна, притормаживая, разворачивается.

В конце своего пути волны разбиваются о берег, выплёскивая на него то количество воды, которое к этому моменту было вовлечено в движение. Разрушение волн возле берега называется **прибой**.

Выплеснувшись на пляж, вода под действием силы тяжести возвращается в океан. Иногда волны образуют быстрый поток, движущийся через зону прибоя от берега. Это явление называется **отбойная волна**. Она опасна для купающихся,

потому что может затянуть их в открытое море. Попав в отбойную волну, новички пугаются и начинают из всех сил грести против течения, быстро расходуя все свои силы. К счастью, такие потоки – короткие и обычно узкие. Поэтому не нужно им сопротивляться, а почувствовав, что волна ослабела, надо немного проплыть вдоль берега и после вернуться к нему, двигаясь под углом – или прямо, если отбойная волна больше не ощущается.



Волна с бурунами



Морской прибой

Волны могут также возникать из-за перепадов атмосферного давления, подводных землетрясений и вулканов, а также от кораблей и катеров. Но число таких волн незначительно. Подавляющее их количество неразлучно с ветрами. Поэтому моряки, прежде чем выйти в море, должны получить данные о скорости ветра и о поднимаемых им волнах.

Для такой оценки в 1804 г. сэром Френсисом Боффортом была разработана 12-балльная шкала. С некоторыми усовершенствованиями она применяется и сегодня.



Таблица на стр. 186 показывает, какие погодные данные оцениваются тем или иным количеством баллов по **шкале Бофорта**. Эти сведения помогают рыбакам и всем, находящимся в море, подготовиться к изменению погодных условий.

Шкала Бофорта применима и к наземным ветрам, хотя изначально составлялась для морских.

Но даже самые сильные штормовые волны – это колебания лишь морской поверхности. Глубже, в основной массе воды, сила ветра не действует, и волн там нет.



СОЗДАЁМ ВОЛНЫ

ОПЫТ 1.

Цель: наблюдение за движением волны.

Материалы: длинная верёвки, два стула, цветная бумага.

Ход работы

1. Прорежь в кусочке цветной бумаги небольшое отверстие и пропусти через него верёвку, чтобы бумага была приблизительно на её середине.
2. Привяжи верёвку к спинкам двух стульев и отодвинь их друг от друга, чтобы верёвка натянулась.
3. Натяни один конец верёвки вверх приблизительно на 10 см и быстро отпусти. Наблюдай за движением кусочка бумаги по мере того, как волна будет двигаться от одного стула к другому.

Выводы

Бумага будет двигаться вверх и вниз, но не переместится в сторону какого-либо из стульев. Подобным образом движутся молекулы воды в океане. Он смещается вверх, немного вперёд, вниз и назад, но не движется в сторону берега. Энергия в нашем опыте волной перемещалась по верёвке – так же, как движется энергия морских волн.

ОПЫТ 2.

Цель: наблюдение за размерами волн.

Материалы: две пластиковые бутылки: 500 мл и 2 л, вода, ванна с водой.

Ход работы

1. Наполни ванну водой.
2. Возьми маленькую пластиковую бутылку, положи её боком на воду возле края ванны, частично погрузи горлышко в воду и надави на неё.
3. Повтори это несколько раз. Наблюдай, как образуются волны, как они пересекают ванну и бьются о её противоположную стенку.
4. Повтори опыт с большой бутылкой.

Выводы

Волны от большой бутылки будут крупнее, чем от маленькой. При сжатии из неё вырывается большой объём воздуха, он с большей силой воздействует на воду, вызывая её колебания, и передаёт им больше энергии. То же самое происходит при усилении ветра на море.

Обрати внимание: волны образуются только на самой поверхности воды. Основная её масса остаётся спокойной.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



Баллы по шкале Бофорта	Скорость ветра (км/час)	Характеристика ветра	Высота волны (м)	Волнение воды
0	0	Штиль	0	Зеркально гладкое море.
1	1–6	Тихий	0,1	Рябь, пены на гребнях нет.
2	7–11	Лёгкий	0,2	Короткие волны, гребни не опрокидываются и похожи на стекло.
3	12–19	Слабый	0,6	Короткие, хорошо выраженные волны. Гребни, опрокидываясь, образуют стекловидную пену, изредка образуются маленькие белые барашки.
4	20–29	Умеренный	1	Волны удлинённые, белые барашки видны во многих местах.
5	30–39	Свежий	2	Хорошо развитые в длину, но не очень крупные волны, повсюду видны белые барашки (в отдельных случаях образуются брызги).
6	40–50	Сильный	3	Начинают образовываться крупные волны. Белые пенистые гребни занимают значительные площади (вероятны брызги).
7	51–62	Крепкий	4	Волны громоздятся, гребни срываются, пена ложится полосами по ветру.
8	63–75	Очень крепкий	5	Умеренно высокие длинные волны. По краям гребней начинают взлетать брызги. Полосы пены ложатся рядами по направлению ветра.
9	76–87	Шторм	7	Высокие волны. Пена широкими плотными полосами ложится по ветру. Гребни волн, опрокидываясь, рассыпаются в брызги, ухудшающие видимость.
10	88–102	Сильный шторм	9	Очень высокие волны с длинными загibaющимися вниз гребнями. Образующаяся пена выдувается ветром большими хлопьями в виде густых белых полос. Поверхность моря белая от пены. Сильный грохот волн подобен ударам. Видимость плохая.
11	103–117	Жестокый шторм	11,5	Исключительно высокие волны. Суда небольшого и среднего размера временами скрываются из вида. Море всё покрыто длинными белыми хлопьями пены, располагающимися по ветру. Края волн повсюду сдуваются в пену. Видимость плохая.
12	более 117	Ураган	14+	Воздух наполнен пеной и брызгами. Море всё покрыто полосами пены. Очень плохая видимость.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Как образуются волны?
 - Как далеко продвигаются частицы воды в волнах?
 - Что такое гребень и подошва волны?
 - Чем длина волны отличается от её высоты?
 - Что происходит с волной вблизи берега?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Как связаны колебания частиц воды с движением волны?
 - Откуда берётся вода для увеличения размера волн вблизи берега?



ЦУНАМИ

Если к берегам Северной и Южной Америки со стороны Атлантического океана приходят ураганы, то страны Азии, выходящие к побережьям Тихого и Индийского океанов, страдают от **цунами** – длинных волн, порождаемых каким-либо мощным воздействием и происходящих во всей толще воды, от поверхности до дна.

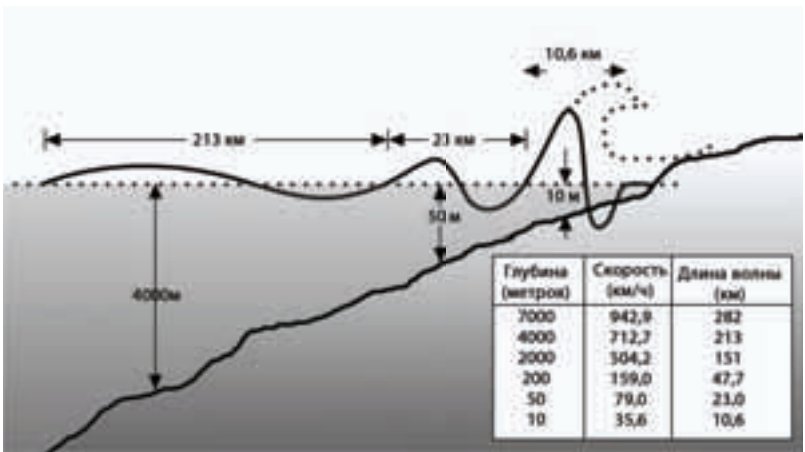
Более 80 % цунами возникают в Тихом океане. В Атлантике они бывают редко. Причиной большинства цунами являются извержения вулканов и подводные землетрясения, при которых происходит резкое смещение (поднятие или опускание) участка морского дна. В результате землетрясения распространяется несколько таких волн, идущих одна за другой, и первая – не всегда самая сильная.

Скорость движения цунами в открытом океане очень велика. При средней глубине 4 км скорость волны достигает 200 м/с (720 км/ч). Но её высота измеряется сантиметрами и десятками сантиметров, длина волны (расстояние между гребнями) достигает сотен километров, а гигантская энергия, переданная волне землетрясением, распределяется по всей её глубине. Поэтому в океане цунами не опасно для кораблей.

Но когда такие волны приближаются к берегу, ситуация становится катастрофической. На мелководье их скорость и длина уменьшаются, а высота резко увеличивается. У берега высота цунами может достигать нескольких десятков метров. Наиболее высокие волны образуются там, где бухты сужаются к берегу. При этом вся энергия сосредоточивается в гораздо меньшем объёме воды, которая со всей мощью обрушивается на берег, затапливая его (порой на несколько километров) и снося всё на своём пути. Стена воды мгновенно накрывает суда на рейде и у причалов, прибрежные посёлки и города.

Цунами – это очень грозное стихийное бедствие, причиняющее сильные разрушения и нередко приводящее к человеческим жертвам.

Первое научное описание этого явления принадлежит испанскому историку, географу и натуралисту Хосе де Акоста. Он наблюдал в 1586 г. в Перу, как после мощного земле-



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Недавние исследования французских учёных показали: цунами воздействует на атмосферу. Длина его волны в океане составляет сотни километров. Огромные области водной поверхности одновременно опускаются и поднимаются (пусть и невысоко). Этим они создают в атмосфере движущуюся вертикально воздушную волну, которая по мере подъёма увеличивается. Все последствия этого процесса пока не выяснены. Но из него можно извлекать немалую пользу. Дойдя до ионосферы, воздушная волна сжимает её. Это сказывается на радиосигналах – в том числе идущих со спутников системы навигации GPS. В результате на приёмниках GPS можно заметить пока ещё небольшие колебания точек на поверхности океана – а значит, узнать о цунами, когда оно ещё далеко от берега.

натым: ведь штормовые волны такой же (и даже большей) высоты к жертвам и разрушениям не приводят. Но, как ты знаешь, во время шторма в движение приходит лишь поверхностный слой воды, а во время цунами – вся её толщина, от дна до поверхности. Поэтому при цунами на берег выплёскивается объём воды, в тысячи раз превышающий штормовые волны. И энергия у цунами также в тысячи раз больше.

На многих территориях, где существует опасность цунами, действуют службы прогнозирования и оповещения. Но иногда они не успевают сделать своевременный прогноз. Главной же бедой является отсутствие у людей элементарных знаний о возможной опасности.

трясения цунами высотой 25 метров ворвалось на сушу на расстояние 10 км.

Незадолго до прихода цунами вода, как правило, внезапно уходит от берега на значительное расстояние, осушая дно (подумай и выясни, почему так происходит). Чем дальше отступило море, тем выше могут быть волны цунами. Люди, находящиеся на берегу и не знающие об опасности, могут остаться из любопытства или начать собирать рыбу и ракушки. Однако в таких случаях необходимо как можно скорее покинуть берег и уйти от него как можно дальше.

Как уже было сказано, цунами – это обычно не одна, а несколько волн. Так как эти волны длинные, между их приходами может пройти более часа. Поэтому после того, как отхлынула первая волна, нужно не возвращаться на берег, а выждать несколько часов.

Даже если волна цунами, обрушивающаяся на берег, будет невысокой – всего несколько метров, – она всё равно произведёт катастрофу. Это может показаться непо-



Последствия цунами на острове Суматра в 2004 г.



ПРИЛИВЫ И ОТЛИВЫ

Планетарный часовой механизм

урок 28



СЛОВАРЬ:

- гравитация
- приливная волна
- прилив
- отлив
- полная вода
- малая вода
- малая приливная волна
- сизигийный прилив
- квадратурный прилив

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- амплитуда прилива
- морской водоворот

Почему поднимается уровень воды?



Ты уже знаешь, как ветер воздействует на воду, приводя её в движение. Но в этом деле у него есть и «конкуренты»: например, Луна. Ты удивлён?

Ты наверняка уже знаешь о силе притяжения, или **гравитации**. Именно эта сила притягивает к Земле всё, что на ней есть, – и тебя тоже. Но не только Земля обладает гравитацией. Друг к другу притягиваются вообще любые два предмета. И чем эти предметы больше, тем сильнее сила их притяжения. Луна меньше Земли, но она всё же достаточно велика, чтобы её притяжение влияло на земную поверхность.

Разумеется, поднимать с Земли предметы и «утаскивать» их к себе Луна не в состоянии. А вот приподнять воду в океанах, притянув её к себе, ей по силам. В результате на поверхности океана образуется волна. И по мере того, как Луна движется вокруг Земли, эта **приливная волна** движется вслед за ней. Там, где она проходит, уровень морской воды повышается.

Особенно это становится заметно, когда приливная волна достигает суши. Она выходит на берег и начинает по нему растекаться. Такое «наступление» воды называется **приливом**. Спустя несколько часов происходит обратный процесс: вода не просто уходит с берега, но и отступает

от него, обнажая полосу дна. Этот её спад называется **отливом**.

Смена приливов и отливов происходит дважды в сутки. В одних местах вода поднимается высоко и покрывает значительную территорию побережья. В других местах разница между приливом и отливом может составлять всего несколько сантиметров. Такие почти незаметные приливы бывают, например, в Чёрном и Балтийском морях, которые соединяются с океанами только узкими проливами.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



Господь управляет процессами, которым Он положил начало на Земле, и использует для этого даже космические силы.



- Как Луна может двигать воду?
- Что такое прилив и отлив?
- В каких морях приливы очень маленькие?



На двух последних уроках ты узнал о перемещениях и колебаниях воды, которые вызываются ветрами, вращением Земли, разностью в плотности и температуре, другими причинами.

Существует ещё один вид движения воды в океанах и морях. Его вызывает сила взаимного притяжения Мирового океана и Луны.

В большинстве мест на побережье дважды в сутки вода начинает прибывать, покрывая те участки суши, которые только что были на поверхности. А спустя несколько часов она, наоборот, понемногу отступает, не только освобождая занятое ею береговое пространство, но и обнажая полосу дна.

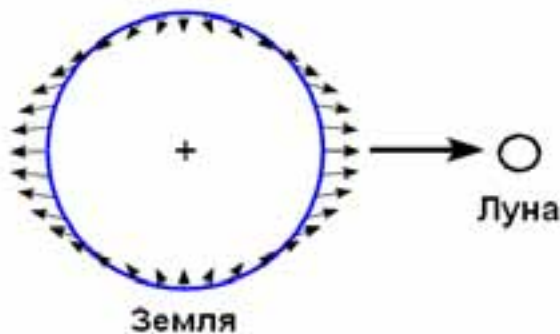
Почему так происходит? И почему на берегах некоторых морей (например, Чёрного и Балтийского) такие перемещения почти незаметны – уровень воды повышается не более чем на 10 см?

Если ты изучал уже закон всемирного тяготения, то знаешь, что все физические тела притягиваются друг к другу. Такое взаимное притяжение называется **гравитацией**. Чем больше масса тела, тем сильнее его гравитационное притяжение. Благодаря этому взаимодействию Солнце и планеты остаются вместе, составляя единую систему, а не разлетаются в разные стороны. Подобным образом связаны гравитацией Земля и Луна.

Но помимо того, что Луна взаимодействует с нашей планетой в целом, у неё есть ещё и «особые отношения» с Мировым океаном. Проще говоря, спутник Земли своей силой притяжения как бы тянет океаны к себе. Под её воздействием вода, которая находится прямо под Луной, приподнимается, образуя «вздутие». По законам физики, на всю водную оболочку Земли начинают одновременно действовать и другие силы. В результате эта оболочка приобретает вторую «выпуклость» – на противоположной стороне земного шара (см. схему).

Так образуется **приливная волна**, огибающая всю планету и имеющая два «гребня». По мере того как Луна движется относительно Земли, эта волна перемещается вслед за ней (именно волна, а не вода: как и обычные волны, приливные не перемещают массу вещества дальше чем на расстояние колебательных движений).

Если бы вся Земля была покрыта водой, приливная волна совершала бы только вертикальные колебания. Но на её пути встают континенты и острова. Когда уровень воды у их берегов повышается из-за подошедшей приливной волны, вода начинает двигаться в сторону берега в горизонтальном направлении. Такое регулярное «наступление» воды на сушу называется **приливом**, а сменяющий его спад воды – **отливом**.



Когда вода достигает во время прилива максимального уровня и покрывает ту часть берега, до которой только способна добраться, говорят о **полной воде**. А минимальный её уровень в период отлива носит название **малая вода**.

В момент отлива возле берега нередко образуется *отбойное течение*, подобное отбойной волне, о которой ты узнал на прошлом уроке, но более сильное.

Приливная волна обходит Землю каждые 24 часа 50 минут (этот период называется *лунные сутки*). Поскольку у этой волны две выпуклости, ежедневно на всех побережьях происходит два прилива и два отлива. Интервал между следующими друг за другом приливом и отливом составляет приблизительно 6 часов. Почему «приблизительно»? Потому что, помимо главного фактора – Луны, – на приливы влияют также и Солнце, и вращение Земли вокруг своей оси. Поэтому невозможно предсказать точное время прилива и отлива только на основе положения Луны относительно Земли. Для этого производятся сложные расчёты, которые затем публикуются в виде таблиц или справочников. Знать, какой уровень воды будет в ту или иную минуту вблизи берега, особенно важно для моряков.

Уровень полной воды в каждом конкретном месте зависит от многих условий, но сильнее всего – от того, насколько данный водоём связан с Мировым океаном. В морях, которые соединяются с океаном только узкими проливами, приливы и отливы бывают очень слабыми. Например, в Финском заливе Балтийского моря их можно заметить только на мелководье, а на черноморском побережье их вообще мало кто замечает.

Солнце также притягивает к себе океаны, но значительно слабее. И вызываемая им **малая приливная волна** оказывается слабее и меньше. Тем не менее, такая приливная волна тоже существует.

В зависимости от взаимного расположения Луны и Солнца большая и малая приливные волны могут усиливать друг друга. Когда Солнце выстраивается в одну линию с Луной и Землёй, происходит наиболее высокий – **сизигийный прилив**. Это происходит дважды в месяц: в полнолуние и новолуние. Ещё два раза в месяц, когда силы тяготения Солнца и Луны действуют на Землю под прямым углом, наблюдается наименьший – **квадратурный прилив**.

Механизм приливов и отливов необычайно сложен. Он зависит от множества факторов и условий. Но если учитывать их все, то можно убедиться: этот механизм никогда не даёт сбоев, он работает, как часы. Это неудивительно: ведь он был создан и запущен Богом, чтобы сохранять нашу планету пригодной для жизни. Движение воды способствует равномерному распределению солнечного тепла, очищению океанов и поддержанию жизни растений и животных. Глубже, в основной массе воды, сила ветра не действует, и волн там нет.



АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ
1

ПОГОДА
И КЛИМАТ
2

ОБЛАКА
3

ВЕТРЫ
И БУРИ
4

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ
5

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ
6

МОРСКОЕ
ДНО
7





МЕХАНИЗМ, ЗАВЕДЁННЫЙ БОГОМ

Найди в интернете или справочниках больше информации о том, как и почему происходят приливы и отливы. Внимательно рассмотри схемы, которые там приводятся.

Нарисуй большой красивый плакат, посвящённый приливам. Изобрази на нём механизм, приводящий их в действие: обозначь притяжение Солнца и Луны, покажи движение приливной волны по планете.

Найди сведения о том, какова величина приливов в самой близкой к тебе точке берега океана или моря. Помести эту информацию на своём плакате отдельной колонкой.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Почему происходят приливы и отливы?
- Что такое «полная вода»?
- Сколько раз в сутки происходят отливы и приливы?
- Как расположение Луны и Солнца влияет на приливы?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Почему сизигийный прилив наблюдается только в полнолуние и новолуние?
- Если Солнце во много раз больше Луны, почему его влияние на приливы гораздо слабее лунного?



СЮРПРИЗЫ ПРИЛИВОВ

Приливы и отливы – это «мирные» природные явления. Они не грозят катастрофой и разрушениями, словно ураган или цунами. Но и приливная волна способна на сюрпризы, о которых нужно помнить, чтобы они не могли причинить неприятностей.

Живя на берегу или регулярно выходя в море, необходимо знать, какова в этом месте разница между полной и малой водой. Эта величина называется **амплитудой прилива**. Наибольшей она бывает в сужающихся заливах и бухтах. Неопытный рыбак может оставить лодку на берегу, а вернувшись через несколько часов, обнаружить её уплывшей далеко в море. Наибольшую в мире высоту приливов (15,6–18 м) можно наблюдать в бухте Фанди на восточном побережье Канады. Многих трудов стоило морякам приспособиться к этой её особенности. Корабли в местный порт могут заходить только по строгому графику, в определённое время суток.

Другой сюрприз приливы приготовили в тех местах, где в сужающийся залив выходит устье реки. Здесь может возникать мощная приливная волна, поднимающаяся вверх по речному тече-



Залив Фанди (Канада) во время прилива и отлива





Морской водоворот Наруто в одноимённом японском проливе

лива и отлива, когда вода быстро течёт в двух разных направлениях, в узких местах со сложным рельефом дна и сильно изрезанной береговой линией. Противоположные потоки, встречаясь и сталкиваясь на этом участке, начинают закручиваться воронкой. Это происходит дважды в сутки.

Именно о таких водоворотах было написано и рассказано много историй, как они якобы засасывали целые корабли. Но на самом деле морские водовороты не так уж сильны. Самый крупный из них, *Мальстрём* (или *Москенстрёумен*), формируется у побережья Норвегии. Во время максимального прилива его рёв слышен на суше за 5 с половиной километров от берега. Тем не менее Мальстрём может представлять серьёзную опасность разве что для небольшой деревянной лодки. Скорость его вращения не превышает 11 км/ч, то есть манёвренное судно с мощным двигателем вполне может выйти из него без повреждений. Но чтобы не рисковать, современные *лоции* советуют всё же держаться в стороне от морских водоворотов в часы их активности.

нию иногда на сотни километров. Наиболее сильной в мире является волна, образующаяся на реке Фучуньцзян (Ханчжоу, Китай): её высота достигает 9 м, а скорость – 40 км/ч. Приливная волна на Амазонке бывает высотой в 4 м и скоростью до 25 км/ч.

Ещё одна неожиданность, сопутствующая приливам и отливам, – это **морские водовороты**. Не путай их с вихрями, порождаемыми течениями. Морской водоворот образуется не в результате действия ветра или вращения Земли. Он формируется при смене при-

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



урок 29

ВОЛНОВАЯ
ЭРОЗИЯ

Размывание берега



СЛОВАРЬ:

- эрозия
- волновая эрозия (абразия)
- абразионный берег
- накат волны
- откат волны
- пляж

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- отмель
- коса
- пересыпь
- барьерный остров



Как волны влияют на береговую линию?

Не только ураганы и штормы, но и едва заметная волна, набегающая на сушу тихим летним днём, разрушает береговую линию. Море постепенно размывает берег, «отламывает» его частицы. Такое разрушительное влияние волн на побережье называется **волновой эрозией**.

Людам, которые строят здания на берегу океанов и морей, следует не забывать об осторожности. Хотя вода размывает горные породы довольно медленно, но со временем вид берега изменится. В результате постройка может рухнуть или оказаться в воде.

Возвращаясь назад в море, вода уносит частицы и обломки береговых пород с собой на глубину. Они трутся друг о друга, шлифуются и измельчаются, постепенно превращаясь в песок и морскую гальку. Новые волны могут снова выбрасывать их на берег. Так образуются песочные и галечные **пляжи**. Если ты бывал у моря, то знаешь, что галькой можно играть или выбирать из неё самые красивые камешки, а из песка очень удобно возводить дворцы.

Оставляя песок и гальку в определённых местах, волны могут наращивать новые участки суши взамен разрушенных.

Ты видишь, что движущаяся вода — это очень мощная сила, постоянно изменяющая вид береговой линии морей и океанов.



- Должны ли волны быть большими, чтобы изменять берег?
- Как вода изменяет берега океанов и морей?



Мы не знаем, как изменялся и совершенствовался мир в начале времён, сразу после своего сотворения. Но в результате грехопадения человека разрушение стало неотъемлемой частью любого природного процесса.

Даже горы, которые мы обычно представляем себе несокрушимыми и неизменными, подвергаются непрерывному разрушению. Их размывает вода, проливающаяся дождём и оседающая росой; ветер отрывает частицы от них; иногда он приносит с собой химические вещества, которые разъедают горные склоны. Те же самые разрушительные воздействия испытывает поверхность суши в любом месте планеты. Это разрушение горных пород и почв называется **эрозия**.



Золотые ворота Кара-Дага в Крыму – результат волновой эрозии

Береговая линия морей и океанов тоже постоянно меняется и разрушается. Штормы и ураганы, вызывающие высокие волны, могут сильно повреждать берега, в том числе здания, которые расположены слишком близко к воде. Но дело не только и даже не столько в катастрофах. Самое тихое прикосновение волн к берегу уже подтачивает его. Вода растворяет часть веществ, содержащихся в прибрежной почве, смывает и уносит с собой обломки пород, которые непрочны держатся, а приносимые ею песчинки и мелкие камешки, ударяясь о берег, отщепляют от него мелкие частицы. Год за годом, день за днём, минута за минутой продолжается это воздействие, никогда не останавливаясь. Со временем береговая линия истирается от постоянного прикосновения волн. Так происходит **волновая эрозия** (или **абразия**) – постепенное стирание суши.

Утёсы и скалы, находящиеся возле воды, тоже испытывают воздействие волновой эрозии. В них постепенно образуются ниши, арки, морские пещеры, возникают причудливые каменные колонны. Скальные обрывы, сформированные наступлением волн, называются **абразионными берегами**. Наиболее слабые породы с таких склонов обваливаются, образуя у подножия груды камней.

Движение прибоя, выталкивающее воду на берег, называется **накатом волны**, а возвращение воды обратно в морскую стихию – **откатом волны**. Осколки и обломки горных пород, захваченные при откате волны, обтачиваются и измельчаются при постоянном трении друг о друга. Так образуются округлая морская галька и морской песок, из которого так удобно строить замки.

Абразия – очень медленный, но неуклонный процесс. Её необходимо принимать во внимание всем, кто планирует строительство на морском берегу. Здания, возведённые слишком близко от линии



Берега, сложенные из мягких пород, размываются быстрее, чем скальные (снимок сделан во время отлива)

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Один из самых высоких абразионных берегов в мире находится на северном побережье острова Акилл в Ирландии, в местечке Кроаган. Это грозные скалы, низвергающиеся с высоты 688 м в Атлантический океан.

прибоя, могут потерять опору, когда волны подточат берег возле фундамента.

Например, в северо-западной части Крыма в море вдаётся Бакальская коса. Маяк, стоявший в 1960 г. в её середине, в 2000 г. был уже в 20 м от её западного берега, а ещё год спустя оказался в море. Но при этом сама коса в размерах не уменьшилась! Почему?

Размывая берег, волны уносят отколовшиеся от него частицы и обломки в морское пространство. Когда вода замедляет своё движение, они оседают там, куда их принесли отбойная волна и прибрежные течения. Обычно это происходит в местах, где вода встречает на своём

пути какое-нибудь препятствие. Так происходит *намывание* дна, а нередко – и новых участков суши.

Благодаря намыванию на побережье существуют **пляжи** – песчаные или галечные полосы суши, спускающиеся к воде. Они формируются там, где берег защищён от ударов крупных волн: например, в заливах и бухтах.

Таким образом, волны в одном месте размывают берега, а в другом их наращивают. В случае с Бакальской косой её восточная сторона намывается приблизительно с той же скоростью, с какой разрушается западная. А иногда волны, в зависимости от своего характера, то разрушают, то строят берег в одном и том же месте. Например, во Франции, вблизи селения Сален де Жиро, длинные штормовые волны за зиму наращивают берег на 30 м, а в течение лета при хорошей погоде невысокие короткие волны размывают его на 35 м. В итоге Средиземное море здесь ежегодно отвоевывает у суши 5 м.

Вода в движении – это очень мощная сила. Даже не будучи штормовым валом, а лишь слегка касающаяся берега, она изменяет его очертания.



Песок и морская галька возникают в результате абразии



НАГЛЯДНАЯ ЭРОЗИЯ

Цель: воспроизвести процесс эрозии.

Материалы: поддон для краски, песок, пластиковая бутылка.



Ход работы

1. Равномерно насыпь на дно поддона для кра-
ски песок слоем в 2–3 см толщиной. Хорошо
утрамбуй песок на уклоне поддона.
2. Аккуратно налей воду в поддон, чтобы она
частично покрыла уклон.
3. Опустить пустую пластиковую бутылку
в самую глубокую часть воды. Осторожно
погружай и поднимай её, чтобы по поверх-
ности воды шли небольшие волны.
4. Наблюдай за воздействием волн на песок, который лежит на уклоне.



Выводы

Вода будет постепенно смывать песок с уклона в глубокую часть подноса. Сходным образом на побережье Мирового океана происходит процесс волно-вой эрозии.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Что вызывает волновую эрозию?
 - Какие проблемы для человека может создать волновая эрозия?
 - Как процесс эрозии разрушает и формирует участки побережья?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Если волновая эрозия протекает по всем побережьям мира, значит ли это, что все континенты рано или поздно будут размыты океанами?
 - Как можно защитить здание на берегу от разрушительного действия штормов и циклонов?



ФОРМЫ РЕЛЬЕФА, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ ПРИ ВОЛНОВОЙ ЭРОЗИИ

Размывая побережье, волны относят в море песок и обломки горных пород: иногда – на глубину, но чаще – на близкие расстояния. Там, неподалёку от берега, эти фрагменты оседают, формируя на дне приподнятый гребень – **отмель**. Морские отмели могут располагаться на расстоянии до 40 км от берега. Если процесс осаднения и намывания продолжается, отмель поднимается над водой, образуя новые формы рельефа местности.

В тех местах, где волны ударяются о берег под маленьким углом, они понемногу намыывают отмель вдоль берега. При этом может возникнуть **коса** – узкая полоса суши, соединён-





Барьерный остров

дывается вблизи берега, но не соприкасается с сушей, возникает ещё одна форма рельефа: **барьерный остров**. Такие острова обычно располагаются цепочкой параллельно побережью. Некоторые из них могут быть более ста километров в длину. Крупнейшим барьерным островом в мире на сегодняшний день является остров Падре возле южного побережья штата Техас (США). Форма, площадь и само существование барьерных островов изменчивы: они могут появляться и исчезать за сравнительно короткое время: 50–100 лет.

ная с берегом одним концом. Она может быть как прямой, так и изогнутой (крючковидной).

Если коса в конце концов перекрывает залив и отделяет его от моря, её называют **пересыпь**. Возникновение пересыпи может сильно повредить животному и растительному миру залива, а также создать проблемы для судоходства.

Если же песок откла-

ЭТО ИНТЕРЕСНО!

ЭНЕРГИЯ ИЗ ОКЕАНА

Океанская вода под воздействием различных сил находится в постоянном движении. Движение – это энергия. Можно ли использовать эту энергию для блага людей?

Согласно подсчётам специалистов, энергетические запасы океанов настолько велики, что даже их небольшой части хватило бы, чтобы заменить все электростанции мира. Сложность состоит в том, как преобразовать эту энергию в электрическую или другую, которую легко было бы транспортировать и использовать.

Один из способов решения этой задачи – создание *приливных электростанций*. В том месте, где полноводная река впадает в океан, строится особая плотина – *антиприливный барьер*. Если обычные плотины на гидроэлектростанциях рассчитаны на постоянное прохождение воды в одну и ту же сторону, то антиприливный барьер пропускает её поочерёдно в обе стороны – во время приливов и отливов. Движение

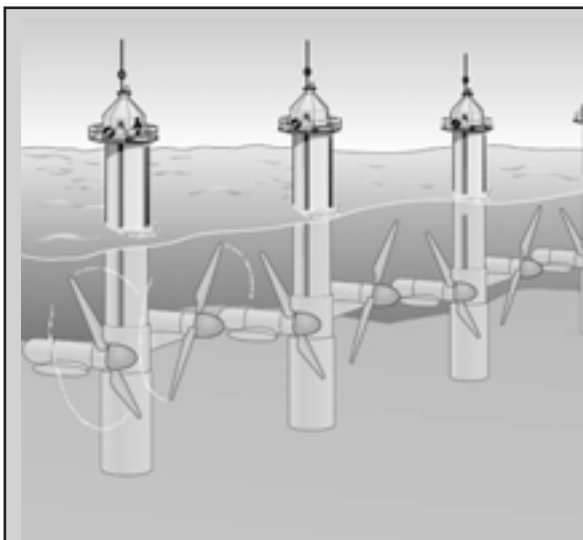


воды вращает пропеллер турбины, которая генерирует электричество.

Первая в мире приливная электростанция была пущена в строй в 1966 г. во Франции, в устье реки Ранс, впадающей в пролив Ла-Манш. Средняя разница между полной и малой водой (*амплитуда прилива*) составляет в этом месте 8,4 м. Эта станция эффективно используется и входит в состав энергосистемы Франции (она изображена на фотографии сверху).

Однако подобные плотины можно возвести только в немногих местах мира – там, где есть постоянный приток воды в реку во время прилива. Кроме того, затраты на их сооруже-





ние пока ещё ощутимо выше, чем на строительство традиционных электростанций.

Другой путь получения энергии из океана – использование силы волн. Устройство, позволяющее её улавливать, было предложено в 1935 г. Константином Циолковским. Оно представляло собой буюк – плавающий в море перевёрнутый бочонок без дна, поставленный на якорь (см. схему внизу). Буюк качается на волнах, и уровень воды внутри его постоянно меняется. Приток воды вытесняет воздух из бочонка через установленный в его верхней части клапан. При этом энергия волны передаётся вытолкнутому воздуху, и её можно как-то использовать. Когда вода отступает, она создаёт в бочонке разрежение и через другой клапан засасывает внутрь воздух.

Главный недостаток такого устройства состоит в том, что оно способно улавливать лишь небольшие порции энергии, и производство таких буюков оказывается невыгодным. Тем не менее на основе этой конструкции разрабатывались другие, сходные. Например, в Норвегии на морском берегу была построена 18-метровая башня. Волны, обрушивающиеся на берег, затекали внутрь и вытесняли воздух вверх, а воздушные потоки вращали лопасти турбины, установленной в верхней части. В 1998 г. башня была разрушена сильными волнами во время шторма.

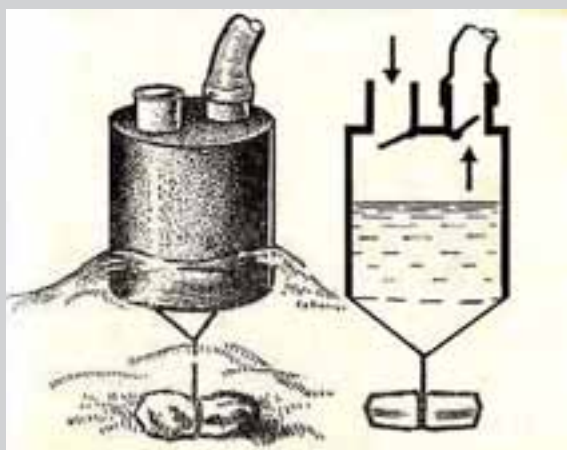
Третий способ основан на возможности извлекать энергию морских течений. Проект первой такой электростанции разработан

в США. Для неё была создана особая турбина, которая не нуждается в сильном напоре. Энергетическая установка из 16 таких турбин будет сооружена во Флоридском проливе, где берёт начало Гольфстрим.

Существуют также технологии получения энергии из океана без использования движения воды: например, за счёт разницы температур между поверхностными и глубинными водами. Такой проект реализован на Гавайях. Холодная вода, которая накачивается с глубины 488 м, охлаждает аммиак. Тот конденсируется, выделяя при этом тепло, которое затем используется, чтобы превратить воду в пар. А пар движет турбины, генерирующие электричество.

Ещё одно возможное направление – использование растворённого в морской воде сероводорода для получения из него водорода, который можно использовать как универсальное и очень эффективное топливо. Крупнейшим месторождением сероводорода на нашей планете являются глубинные воды Чёрного моря. Общие запасы этого газа здесь оцениваются специалистами в 28–63 миллиарда тонн. Поэтому этот способ производства актуален не только для получения топлива, но и с точки зрения экологии: постоянное увеличение содержания сероводорода в Чёрном море губительно сказывается на его обитателях.

К сожалению, все эти методы уступают уже существующим способам добычи электричества. Но исследователи продолжают совершенствовать их, ищут лучшие пути использования энергии океана на благо человека.



АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ
1

ПОГОДА
И КЛИМАТ
2

ОБЛАКА
3

ВЕТРЫ
И БУРИ
4

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ
5

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ
6

МОРСКОЕ
ДНО
7



урок 30

ОКЕАНЫ
И КЛИМАТ

Взаимовлияние



СЛОВАРЬ:

- бора
- фитопланктон

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- Эль-Ниньо
- Ла-Нинья
- Южная
осцилляция



Как океаны взаимодействуют с атмосферой?

Атмосфера Земли и океаны всё время влияют друг на друга. Ты немало узнал об этом на прошлых уроках. Давай повторим уже изученное и узнаем кое-что новое.

Поверхностные течения возникают под действием ветра, то есть зависят от атмосферных процессов. Но сами течения в ответ тоже влияют на всю земную атмосферу. Неся тёплую воду к полюсам, они подогревают там воздух, чтобы холод не был таким, как в космосе. А переносимая от полюсов в тропики прохладная вода сбивает температуру воздуха вблизи экватора, чтобы там не стало совсем нестерпимо.

Без испарения воды не были бы возможны ни дожди, ни туманы, ни даже ветры. Необходимая для этого влага попадает в атмосферу с поверхности морей и океанов.

Летом над океаном прохладнее, чем на суше, а зимой – теплее. Из-за этого воздух начинает течь в ту или другую сторону – возникают ветры. Кроме того, зима на побережье всегда более мягкая, а лето – более прохладное, чем в глубине материка.

В последние годы учёные предположили, что даже живущие в океанах крошечные водоросли (они называются **фитопланктон**) тоже влияют на погоду! Химическое вещество, которое выделяется из этих малышек, может увеличивать количество капелек воды, возникающих в воздухе в результате конденсации водяного пара. А это ведёт к увеличению числа облаков.

Вот почему метеорологам необходимо знать и о том, что и как происходит в океанах.



- Как связаны ветры и морские течения?
- Как океан влияет на климат?





Как ты уже понял, водные и воздушные просторы находятся в постоянном взаимодействии. Процессы, идущие в океанах и в атмосфере, связаны между собой, происходят в соответствии с единым замыслом Творца и влияют друг на друга.

Говоря научным языком, и океан, и атмосфера представляют собой *текущие среды*. В одном случае – это жидкая среда, в другом – газовая. Но ведут они себя часто очень сходным образом. Вспомни хотя бы образование вихрей: они возникают в воздухе и в воде под влиянием одних и тех же воздействий (перепад температур и плотности среды, вращение Земли и т.д.), и их структура удивительно схожа. Или другой пример: над многими постоянными ветрами на большой высоте потоки воздуха устремляются в противоположную сторону; а под поверхностными течениями медленно несут свои воды глубинные противотечения.

Движение воды в океанах во многом зависит от перемещения воздушных потоков. А океан, в свою очередь, в очень большой мере влияет на процессы, происходящие в атмосфере, на её свойства и даже на её состав (количество содержащихся в ней водяного пара, углекислого газа, кислорода). Причём его влияние сказывается не только на погоде в тот или иной момент, но и на земном климате в целом.

Океан притягивает энергию Солнца и переносит тепло с помощью морских течений от экватора к полюсам. Благодаря этому перепады температур на Земле не очень велики, даже с учётом самых жарких пустынь и наиболее холодных приполярных территорий. Без такого смягчения климата летом наша планета то выгорала бы от солнечного жара, то застывала бы от лютого, почти космического холода. Некоторые учёные считают, что роль морских течений в этом выравнивании температур между экватором и полюсами превышает роль воздушных потоков.

Погодные явления не могли бы совершаться, если бы в воздухе не содержалась влага. Испарения морей и океанов плывут над нашим миром в облаках, проливаются дождями, грозowymi ливнями, выпадают в виде других осадков, конденсируются росой и туманами.

В сравнении с сушей океан медленнее греется в летнее время и не столь быстро остывает зимой. Из-за этого возникают перепады атмосферного давления, и в результате воздух приходит в движение. Гуляющие над океаном ветры, нагреваясь либо охлаждаясь его водами, устремляются к берегу, неся туда тепло или прохладу. Над водными просторами формируются различные типы воздушных масс, распространяющиеся затем на территорию суши.

В результате климатические показатели местности на любой широте изменяются по направлению от берега океана в глубину материка. В прибрежных районах суточный и годовой перепад температур значительно меньше, чем вдали от океанского влияния. Зима на побережье всегда более мягкая, а лето – более прохладное.

Существуют ветры, которые могут возникнуть только под влиянием Мирового океана. Тропические циклоны питаются океанской влагой, а дойдя до суши, слабеют и исчезают. Можно привести и другой пример: ветер, возникающий из-за создаваемой океаном на побережье разницы температур (и, соответственно, давления воздуха). Он называется **бора́** и часто (особенно осенью и зимой) дует у восточных берегов Чёрного и Адриатического морей – там, где к морю подходят горы.

Моряки сравнивают этот ветер с воздушным водопадом. Бора появляется, когда согреваемый морем воздух оказывается гораздо теплее, чем с обратной стороны



Последствия боры (г. Новороссийск, 1993 г.)

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

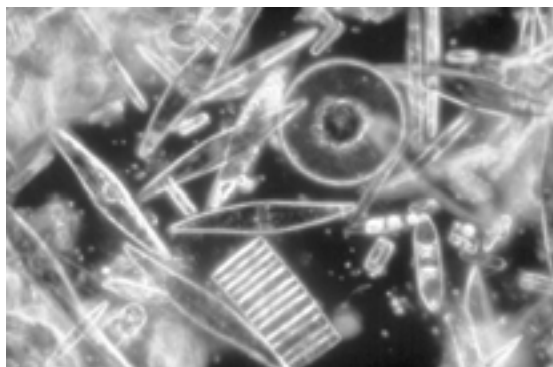
6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



гор на высоте 1000–2000 м. Возникает мощный атмосферный поток, который низвергается с горных склонов к морю. Силой бора лишь немного уступает ураганам: люди на открытом месте не могут держаться на ногах; металлические листы на крышах домов свёртываются в трубки, суда не в состоянии удержаться на якоре. Ветер вспенивает море, обсыпает всё вокруг брызгами. При морозе волны, обдавая корпус судна и замерзая, образуют ледяную корку, под тяжестью которой корабль может утонуть. Поэтому при получении штормового предупреждения люди стараются не появляться на улице, а корабли покидают бухту и выходят в море, где бора до них не дотянется. Иногда ненастье длится более трёх суток.

Океаны влияют на климат также другими, порой совсем неожиданными способами. К примеру, образование облаков может отчасти зависеть... от морских обитателей! Такую версию, которая нашла уже ряд подтверждений, выдвинули учёные, пытаясь объяснить чрезмерно большой облачный покров над южными частями Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Исследователи обратили внимание, что в этих водах также происходит бурный расцвет **фитопланктона** – множества мельчайших водорослей, населяющих верхний слой океанских вод. Выяснилось, что химическое вещество изопрен, которое выделяет каждая такая водоросль, соединяясь с кислородом, попадает в атмосферу – и способствует резкому увеличению числа конденсирующихся капелек влаги. Сейчас ведётся изучение этого процесса.



Так выглядит фитопланктон под мощным микроскопом

Таким образом, для изучения погоды и её прогнозирования совершенно необходимо изучать и учитывать процессы, происходящие над океанами и в их глубинах.



УДИВИ ДРУЗЕЙ

В каждом уроке шестой части нашего пособия так или иначе говорилось о связи океанов с погодными и климатическими явлениями. Выпиши такую информацию из текста каждого урока (включая и этот).

Подготовь на основании собранных сведений доклад на тему: «Как океан влияет на погоду и климат». Постарайся сделать его простым и интересным, чтобы выступить с ним перед друзьями. Сначала спроси их, что общего между погодой и океанами. Выслушай их ответы, а затем расскажи им всё, что знаешь сам.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?



- Какие похожие процессы протекают в океанах и атмосфере?
- Как атмосфера влияет на течения, а течения – на состояние атмосферы?
- Как влияет на климат испарение морской воды?
- Как возникают и как влияют на климат перепады температур и атмосферного давления?
- Могут ли живые организмы влиять на атмосферные явления?



ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Почему атмосферные и океанические вихри имеют очень сходную структуру?
- Ведёт ли влияние фитопланктона на образование облаков к изменению климата – или, наоборот, удерживает его от резких изменений?



ЭЛЬ-НИНЬО

Южноамериканские рыбаки, живущие на тихоокеанском побережье Эквадора и Перу, с давних времён замечали, что время от времени, в конце декабря (в Южном полушарии это – разгар лета), вода в океане становится вдруг значительно теплее, рыба уходит от берега, и на обычно засушливое побережье обрушиваются обильные дожди. Поскольку начало этого явления всякий раз приходилось на время празднования Рождества Христова, его называли испанским словом **Эль-Ниньо** – «Младенец, Малыш, Мальчик».

Эль-Ниньо продолжается обычно в течение 5 месяцев. Оно подобно тёплому озеру, неожиданно появляющемуся среди океанских вод. Интервал между двумя его возникновениями составляет от 2 до 9 лет. Пока до конца не ясно, почему это происходит.

В обычные годы тёплые поверхностные воды Тихого океана увлекаются *пассатами* на запад, в сторону Азии, образуя Северо-Пассатное и Южно-Пассатное течения. В результате вблизи Индонезии возникает огромный тёплый бассейн. Согласно одной теории, раз в несколько лет пассаты почему-то ослабевают. Тогда тёплые водные массы заворачивают вспять, на восток. Другие учёные полагают, что ослабевание пассатов – это не причина, а следствие, и что Эль-Ниньо появляется из-за периодического сильного прогревания Экваториального противотечения, постоянно текущего на восток. Оно становится более тёплым, чем соседние с ним пассатные течения, и именно эта вода достигает побережья Южной Америки.

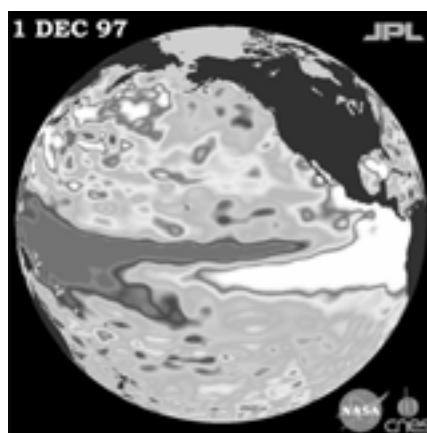
При Эль-Ниньо резко повышается температура на гигантской площади Тихого океана: она может быть на 6–7 °С больше температуры окружающих вод. Глубина этого тёплого бассейна в различные годы достигает от 45 до 135 м.

Воды Эль-Ниньо насыщают воздух обилием пара. Западные ветры уносят влажные воздушные массы на берег. Там происходят ливни, которые нередко вызывают наводнения. В то же время наступление Эль-Ниньо снижает активность тропических циклонов, приходящих со стороны Атлантического океана.

Сильные ливни выпадают и над самими тёплыми водными массами. Из-за них воды Эль-Ниньо становятся менее солёными. Будучи менее плотными, чем прохладная и солёная вода океана, они не смешиваются с ней, оставаясь наверху. Поэтому здесь ослабевает *апвеллинг*, замедляется перемешивание океана.

Поскольку Эль-Ниньо оттесняет от берега в сторону океана прохладные воды, богатые кислородом и *планктоном* – основным кормом рыб, – часть рыбьих косяков уходит следом за своей едой, а остальные гибнут без пищи.

Но в другие годы (с той же периодичностью) происходит обратное: к побережью Перу подходят вдоль экватора более холодные, чем обычно, воды. Это явление называется, по аналогии с Эль-Ниньо, «Малышка, Девочка» – **Ла-Нинья**. Сочетание этих



АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ
1

ПОГОДА
И КЛИМАТ
2

ОБЛАКА
3

ВЕТРЫ
И БУРИ
4

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ
5

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ
6

МОРСКОЕ
ДНО
7



аномальных потепления и похолодания учёные называют **Южной осцилляцией** (или **Южным колебанием**).

Происходящее во время Эль-Ниньо перераспределение энергии от океана к атмосфере столь велико, что оказывает влияние на всю воздушную оболочку Земли, нарушая её нормальную циркуляцию. Это приводит к погодным изменениям по всему миру.

В Перу и Боливию Эль-Ниньо приносит необычные для этих стран зимние снегопады. В Чили наступает мягкая зима с большим количеством дождей. С другой стороны Тихого океана – в северной Австралии, Индонезии, на Филиппинах – влажность воздуха снижается, из-за чего возникает угроза засухи, увеличивается число лесных пожаров. Часть Антарктиды, расположенная в Западном полушарии, покрывается большим количеством снега и льда, но воздух здесь становится теплее, чем обычно. Южные и центральные регионы Африки испытывают с декабря по февраль засуху, а на восточную часть этого континента с марта по май обрушивается длительный сезон дождей и гроз.

На Среднем Западе США и в Канаде зимы при Эль-Ниньо становятся теплее. В центральной и южной Калифорнии, на северо-западе Мексики и юго-востоке США влажность повышается, а в северо-западных тихоокеанских штатах – понижается. Во время Ла-Нинья, напротив, засушливая погода устанавливается на Среднем Западе.

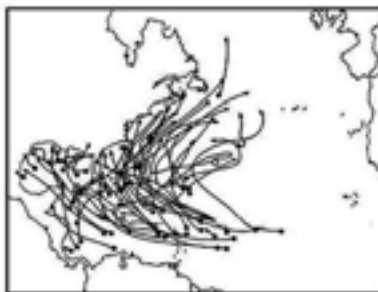
Хотя число атлантических ураганов при Эль-Ниньо уменьшается, в других местах их количество возрастает – причём там, где подобные природные катастрофы происходят достаточно редко. Если жители восточного побережья США во время Эль-Ниньо могут чувствовать себя спокойнее, чем обычно, то западному берегу в этот год угрожают рекордные осадки, высокие приливные волны (более 10 м), а также ураганы. Скалистое побережье под их воздействием размывается и начинает обрушиваться в море.

Поскольку в наши дни по сочетанию погодных показателей можно предсказать близящееся начало Эль-Ниньо, в некоторых странах стали принимать предупредительные меры. В США укрепляют участки береговой линии бетоном, информируют жителей о том, что может происходить и как себя вести. На это выделяются миллионы долларов, поскольку в противном случае ущерб будет гораздо большим. В Перу летом 1997 г., незадолго до прогнозируемого наступления Эль-Ниньо, началось строительство многочисленных временных убежищ от наводнений.

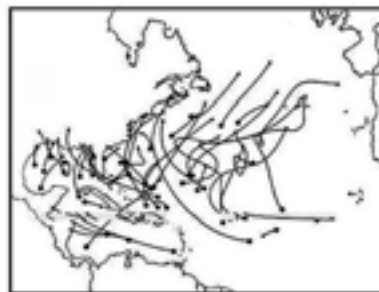
Погодные изменения влекут за собой самые разнообразные последствия. Рост температуры и влажности воздуха увеличивает в тропических странах риск возникновения заболеваний, которые переносятся комарами, – например, малярии. А неурожаи, происходящие в результате засухи, вызывают в годы Эль-Ниньо всплеск гражданских конфликтов и войн в странах с плохо развитой экономикой.

Иногда можно услышать: если от Эль-Ниньо столько неприятностей, нужно найти способ его охладить до нормальной температуры. Но для этого понадобился бы айсберг 10-метровой толщины размером с территорию США. Люди могут пытаться предсказывать погодные явления, готовиться к ним – но они не в силах сколько-нибудь значительно влиять на их невероятную мощь, заложенную в них Богом.

Данные по 14 годам,
которые предшествовали
Эль-Ниньо



Данные по 14 годам, в
которые происходило
Эль-Ниньо



Зависимость возникновения и траекторий атлантических ураганов от Эль-Ниньо

часть 7

МОРСКОЕ ДНО

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ

- Изменение наших представлений об океанах с развитием технологий
- Основные характеристики океанического дна
- Приповерхностные и глубинные участки дна

ТЕМЫ УРОКОВ

урок 31. ИССЛЕДОВАНИЕ ОКЕАНА	206
урок 32. РЕЛЬЕФ ДНА	213
урок 33. ШЕЛЬФ	219
урок 34. ЧЁРНЫЕ КУРИЛЬЩИКИ	224
урок 35. СИСТЕМА ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ..	219



урок 31

ИССЛЕДОВАНИЕ
ОКЕАНА

Изучение глубин



СЛОВАРЬ:

- водолазный костюм
- акваланг
- кессонная болезнь
- декомпрессия
- подводный аппарат
- батискаф
- опрокидывающийся термометр
- батометр
- подводный телеуправляемый аппарат (ПТА)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
СЛОВА:

- акванавт

С помощью каких инструментов
люди исследуют океан?

С чего начиналось исследование океанов? С умения задерживать дыхание. На протяжении многих веков человек мог оставаться под водой ровно столько, на сколько ему хватало набранного в грудь воздуха. Это позволяло поразиться красоте подводного мира. Но оставалось ещё столько интересного, до чего добраться не получалось!

Со временем люди придумали способы, позволяющие оставаться под водой дольше. В середине XIX века был создан **водолазный костюм** со шлемом, в который не проникала вода, и шлангом, по которому с корабля водолазу подавали воздух. А сто с небольшим лет спустя был сконструирован **акваланг** – аппарат, который состоит из двух баллонов со сжатым воздухом и приспособления, позволяющего ныряльщику этим воздухом дышать. Благодаря этим устройствам исследователи смогли узнать об океане намного больше.

Тем не менее человек всё ещё оставался близко к поверхности. Глубже погружаться было нельзя, потому что давление воды с глубиной возрастает, и наш организм не в состоянии его выдержать.

И всё же людям удалось проникнуть в океанские глубины. Они смогли сделать это внутри **подводных аппаратов** – миниатюрных «подводных лодок». Некоторые из них – **батискафы** – способны погружаться на любую глубину, какая только существует.

Одновременно с попытками проникнуть в пучину как можно глубже люди изучали океан с борта исследовательских судов. Сначала в глубину на длинных тросах опускались измерительные приборы, затем им на помощь пришли электронные устройства. Наконец, в самые труднодоступные места отправились роботы – **подводные телеуправляемые аппараты**. Через их видеокамеры учёные могут рассмотреть любой участок дна.



То, что мы сегодня уже знаем об океанах, вызывает изумление и благоговение перед мудростью Создателя. Но главные открытия – ещё впереди!

- С чего начинались исследования океанов?
 • Какие изобретения помогают ныряльщикам оставаться под водой достаточно долго?
 • Как учёные исследуют самые глубокие части океана?



Неизвестное всегда привлекало людей. Они добивались до труднодоступных уголков суши, пересекали океаны в поисках новых земель. В результате упорных усилий были разработаны технологии исследования космоса. Своей неизведанностью манил и океан.

Долгое время доступной для человека была лишь тонкая водная прослойка под самой морской поверхностью. Туда удавалось нырнуть, задержав дыхание. Но и там, на мелководье, людей ожидало много занимательного и прекрасного. Некоторые ныряльщики в странах, расположенных на берегу океана, научились задерживать дыхание на минуту и даже больше, погружаясь как можно

глубже в поисках устриц с жемчугом. Так они зарабатывали себе на жизнь. Вплоть до нынешних дней ныряние с маской и трубкой считается интересным и увлекательным занятием.



Водолазный костюм и ручной насос начала XX века

Но глубины продолжали манить. Поэтому человек искал способ опускаться под воду глубже и оставаться там дольше. В 1830 г. был создан первый **водолазный костюм**. Он представлял собой шлем с трубкой, которая соединялась с насосом, установленным на палубе корабля или в лодке. Насос подавал в шлем воздух. Это позволяло ныряльщику (впрочем, теперь уже водолазу), не торопясь, исследовать прибрежное дно.

Первые испытания показали, что в случае падения или наклона водолаза вода попадает в шлем, и человек рискует погибнуть, если быстро не поднимется на поверхность. Поэтому шлем герметично соединили

со специальным костюмом. Такая конструкция нередко используется и сегодня.

Но водолаз в таком костюме ограничен в своих передвижениях и глубине погружения. Он зависит от длины шланга, от которого не может отделиться. Нужно было изобретать что-то ещё. Водолазы стали брать с собой баллоны с кислородом, которым наполняли свои костюмы, но это увеличивало вес их снаряжения. Кроме того, оказалось, что чистый кислород, вдыхаемый под давлением, на глубине более 20 м становится ядовитым.

В 1943 г. два француза, морской офицер Жак-Ив Кусто и инженер Эмиль Ганьян, разработали и испытали **акваланг** – лёгкий, безопасный и эффективный

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

98 % океанического дна до сих пор не исследовано. Мы больше знаем о поверхности Луны, чем о некоторых частях океана.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Третьим человеком в истории, достигшим самого глубокого места Мирового океана, 26 марта 2012 года стал режиссёр Джеймс Кэмерон (автор фильмов «Терминатор», «Терминатор-2», «Титаник» и других). На одноместном батискафе «Deepsea Challenger» он достиг глубины 10 898 м. Кэмерон взял образцы пород, живых организмов и провёл киносъёмку дна Марианской впадины, используя 3D-камеры.

аппарат для дыхания под водой. Он представлял собой два переносных баллона со сжатым воздухом, которые ремнями крепились к спине ныряльщика. Дыхание осуществлялось через короткий шланг, снабжённый регулятором для снижения давления газа и клапаном для отвода выдыхаемого воздуха. Акваланг позволил отказаться от тяжёлого шлема и неуклюжего водолазного костюма. Ныряльщик теперь мог не только оставаться под водой намного дольше (несколько часов), но и быть свободным в передвижении, успешно погружаясь на глубину до 60 м (и даже глубже).

Однако аквалангистов подстерегала новая опасность, получившая назва-

ние **кессонная болезнь**. Дело в том, что в крови и тканях тела человека всегда содержится растворённый азот, получаемый с вдыхаемым воздухом. Он не причиняет никакого вреда – пока человек не погружается на глубину. Там для дыхания ему необходима подача воздуха с давлением, как минимум равным давлению окружающей среды. Например, на глубине 30 м давление вдыхаемого воздуха должно превышать атмосферное в 4 раза. Соответственно в организм поступает в 4 раза больше азота. Испытываемое подводником давление воды заставляет этот газ спокойно растворяться в крови. Но когда аквалангист всплывает, давление воды на него слабеет, и его кровь оказывается перенасыщенной азотом, который начинает выделяться в виде микропузырьков. При



Водолаз в современном костюме спускается к месту работы

медленном всплытии эти пузырьки выводятся лёгкими. Но если пловец поднимается быстро, микропузырьки начинают сливаться, и кровь словно «закипает». В результате ныряльщик может погибнуть или остаться парализованным.

Поэтому аквалангистам, опускающимся на сколь угодно значительную глубину, приходится тратить много времени на **декомпрессию** – медленное всплытие с длительными остановками.

Кроме того, возрастающее с глубиной давление воды по-прежнему оставалось препятствием для глубоких погружений. Человеческое тело не выдерживает такой нагрузки. Поэтому в 1960-х гг. началось создание **подводных аппаратов** – небольших самоходных камер для погружения и работы на больших глубинах. В таком аппарате помещается несколько человек, есть видеокамера, механические приспособления-«руки» для сбора образцов и контейнеры для их хранения.



Аквалангисты



Подводные аппараты бывают разных конструкций. Опускаться наиболее глубоко способны **батискафы**, состоящие из стального шара с кабиной для экипажа и стального же поплавка, куда заливается бензин (он легче воды). В отдельный отсек загружается тяжёлый балласт, необходимый для погружения. Благодаря своей конструкции и прочности батискаф способен покорить любые глубины.

Самый глубокий спуск под воду с участием человека состоялся 23 января 1960 г., когда швейцарец доктор Жак Пиккард и лейтенант морской службы США Дональд Уолш на батискафе «Триест» опустили на глубину 10 918 м – на дно Марианской впадины. Побить этот рекорд уже невозможно!



Батискаф «Триест»

опускались за борт на металлическом тросе с помощью обычной лебёдки.

Исследователям приходилось проявлять изобретательность. Как снять показания прибора, находящегося на глубине в несколько километров? Поднять его на поверхность? Но при подъёме он пройдёт через разные слои воды, и его показания многократно изменятся. Поэтому для измерения температуры глубинных вод был изобретён особый **опрокидывающийся термометр**. Когда он достигает нужной глубины, сверху по тросу спускают грузик, переворачивающий прибор. Оказавшись «вверх ногами», термометр, благодаря своему устройству, перестаёт менять показания. Поднятый наверх, он сообщит о температуре на том уровне, который интересует исследователей.

Таким же образом, в результате переворачивания, закрывается и **батометр** – специальный сосуд для отбора проб воды на химический анализ. Для сокращения времени работы нередко на одном тросе опускается несколько батометров – на разные глубины.

Эти устройства используются и сегодня. Но в последние десятилетия к ним на помощь

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

В 1986 г. подводный аппарат «Алвин» отправил робота по имени «Джейсон Джуниор» (или попросту «Дж. Дж.») исследовать затонувший в начале XX века лайнер «Титаник». «Дж. Дж.» смог изучить большую часть обломков и снять их на видеокамеру.

Другие подводные аппараты не снабжены поплавком и не могут опускаться более чем на 6 с половиной км. Но в большинстве случаев этого оказывается вполне достаточно.

Наряду с попытками человека погрузиться как можно глубже изучение океанов развивалось и другим путём: организацией морских экспедиций на исследовательских судах. Такие суда снабжены устройствами и приборами для измерения температуры воды, её химического состава, скорости течений, для отбора проб грунта с морского дна и для лова обитателей глубин. Первоначально все эти устройства



Батометр

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



пришли электронные приборы, которые опускаются в толщу вод на кабеле, проводящем ток. Через такой кабель прибор сообщается с бортовым компьютером, запоминающим и обрабатывающим данные, поступающие из глубин.

Но и этого недостаточно. Океан огромен, и исследовательским судам понадобятся десятилетия, чтобы побывать во всех его районах. Поэтому на помощь учёным приходят космические аппараты. Даже изменение цвета воды, замеченное космонавтами, может многое сказать о движении водных масс. Ещё точнее это движение прослеживается по перемещениям фиксируемых с орбиты дрейфующих буёв. А больше всего информации удаётся получить, изучая испускаемое поверхностью океана электромагнитное излучение.



Астронавт Карен Найберг смотрит на океан с борта Международной космической станции (2008 г.)



Оператор работает с ПТА

Наконец, в самые труднодоступные места отправляются **подводные телеуправляемые аппараты (ПТА)**. По сути, это роботы, которыми с борта судна дистанционно управляют операторы. Эти аппараты невелики и прочны, у них есть дистанционные манипуляторы-«руки» и видеокамеры. Поэтому они могут исследовать практически любой участок дна.

Исследование океанов только начинается. Людей ждёт огромное число новых удивительных открытий, свидетельствующих о мудрости и совершенстве Творца мира.



ПРОБЛЕМА НЫРЯЛЬЩИКОВ

До изобретения водолазного костюма и акваланга ныряльщики могли погружаться в подводный мир только на время, на которое им хватало вдоха. Это было очень серьёзным ограничением в освоении океана. Причём проблема состояла не только во времени пребывания под водой, но и в качестве работы ныряльщика.

Цель: с помощью игры понять важность непрерывного дыхания.

Материалы: колода карт.

Ход работы

1. Перемешай карты и выложи их рядами изображением вниз.
2. Задержи дыхание (**на выдохе! Не нужно подвергать свои лёгкие ненужной нагрузке, чрезмерно наполняя их и задерживая выдох**). Переверни две любые карты. Если они одинаковые, заberi



их себе, если нет – положи их на свои места и возьми две другие. Старайся запоминать, где лежат уже известные тебе карты.

3. Продолжай выполнять задание до тех пор, пока не сможешь больше сдерживать дыхание.
4. Перемешав карты, повтори игру два-три раза. Подсчитай, сколько пар карт тебе в среднем удаётся собрать за один раз.
5. Снова повтори игру, но уже не задерживая дыхание. Сколько пар карт тебе удалось собрать за одну минуту?



Аквалангист, проходящий тренировку в бассейне, через стеклянную стену играет с наблюдателем в «крестики-нолики»

Выводы

Нырятьщику намного проще концентрировать внимание и запоминать получаемые данные, если он может нормально дышать.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Какое изобретение 1940-х годов позволило ныряльщикам свободнее исследовать океан?
 - Почему люди не могут погружаться в воду слишком глубоко?
 - Как учёные изучают океан сегодня?
 - Какие приборы, применяемые на исследовательских судах, дошли до наших дней?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Для чего подводным аппаратам (с людьми или автоматическим) нужны фары?
 - Чем подводные аппараты сходны с космическими кораблями?



ПОДВОДНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ «АКВАРИУС»

Почти все люди знают об МКС – Международной космической станции, орбитальной лаборатории, где космонавты находятся длительное время, проводя всевозможные эксперименты и наблюдения. Но далеко не всем известно об «Аквариусе» – «сестре» МКС, но только созданной для подводных экспериментов. Это подводная лаборатория, которая работает на глубине до 37 метров.

«Аквариус» представляет собой металлический цилиндр 2,7 м в диаметре и 13 м в длину. В нём могут поселиться 6 человек. Здесь есть многие предметы домашнего



1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



обихода, включая шесть кроватей, душ с горячей водой, микроволновую печь, холодильник, компьютеры и множество научного оборудования.

Исследователи, поселяющиеся под водой, называются **акванавты**.

Работа на «Аквариусе» продолжается до десяти дней, но в будущем, возможно, научные миссии будут длиться дольше. Живя в лаборатории, океанологи исследуют подводный мир, не тратя силы и время на погружения, всплытия и ежедневную декомпрессию. Вскипание азота в крови им не грозит: ведь давление воздуха внутри «Аквариуса» определяется давлением воды снаружи его. Когда организм привыкает к такому давлению, человек может работать в лаборатории (и за её пределами) сколько угодно.

«В гости» к постоянному коллективу, живущему в «Аквариусе», сверху иногда приплывают другие специалисты. Но они не задерживаются надолго. А после их «ухода» экипаж лаборатории ещё много часов видит их над собой, вынужденных проходить период декомпрессии.

Ещё одно назначение «Аквариуса» – быть местом тренировок. Морской флот США готовит там водолазов, а NASA – астронавтов.

Первая подводная лаборатория – предшественница нынешней – работала в составе проектов Национального управления океанических и атмосферных исследований США с 1966 по 1985 г. «Аквариус» был создан в 1988 г. После реконструкции в 1992 г. его переместили на нынешнее место – в Национальный морской заповедник Флориды.

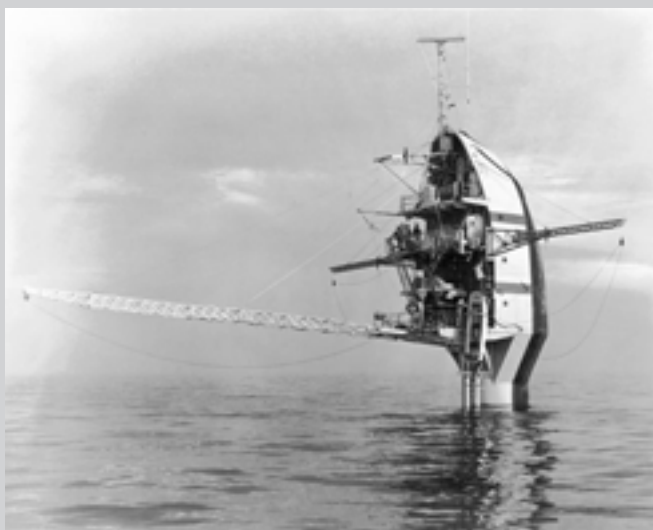
Подводные лаборатории помогают учёным лучше изучить океаны и жизнь в них.



Астронавты проходят в «Аквариусе» подготовку к полётам

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Океанографическое судно США «RP FLIP» исследует океан необычным способом. Прибыв в нужное место, оно частично затапливается, поворачиваясь при этом вертикально – так, что над поверхностью от общей длины корпуса 108 м остаётся только 17 м. Все исследования проводятся в затопленной части. Каютами в задней (она же «надводная») части «RP FLIP» можно пользоваться при обоих положениях судна.



РЕЛЬЕФ ДНА

Подводная география

урок 32



СЛОВАРЬ:

- эколокация
- континентальный шельф
- бровка
- материковый склон
- ложе океана
- абиссальная равнина
- гайот
- банка
- срединно-океанический хребет
- океанический жёлоб

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- земная кора
- мантия
- литосфера
- астеносфера
- тектонические процессы
- магма
- спрединг
- субдукция

Как выглядит дно океана?



Если посмотреть на мир вокруг, можно увидеть горы, холмы, ущелья и равнины между ними. А как выглядит дно океана? Его поверхность, если нет сильного ветра, ровная и спокойная. Может быть, океаническое дно тоже ровное? Как нам узнать, так это или нет?

Уже в XIX веке учёные опускали с корабля груз на длинной верёвке и измеряли глубину океана в различных местах. Оказалось, что эта глубина везде разная. А в XX веке точные приборы подтвердили: там, под толщей воды, вздымаются горы и разверзаются пропасти, иногда превосходящие по размерам своих наземных «собратьев».

Если бы ты мог видеть сквозь воду, то обнаружил бы, что возле берега дно океана пологое, оно имеет совсем маленький уклон. Эта мелководная область называется **континентальным шельфом**. Затем линия дна сворачивает вниз, начинается достаточно крутой спуск – **материковый склон**. Наконец спуск прекращается: это началась основная часть рельефа дна – **ложе океана**.

Можно было бы и обрадоваться тому, что мы всё же добрались до гладкой поверхности. Но нет: ложе океана далеко не ровное и не гладкое. По нему разбросаны холмы, горы и даже высокие *горные хребты*. Некоторые из этих гор такие высокие, что достают до поверхности океана и поднимаются вверх. Ты догадался, что в результате получается? Надводная часть таких гор образует *острова*.

Кроме гор, на ложе океана есть впадины и пропасти – **океанические желоба**. Они очень глубокие. Одна из таких впадин – *Марианская* (в Тихом океане) – самое глубокое место на Земле: более 11 км ниже уровня моря!

Словом, океан таит в себе намного больше того, что видно на поверхности.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



- ?
- Из каких трёх основных частей состоит дно океанов?
 - Чем являются острова в океане?
 - Что такое океанические желоба?



Что скрыто под поверхностью океана? Как выглядит его дно? Может быть, оно плоское, словно у гигантской миски, наполненной водой? Долгое время у людей не было ответа на этот вопрос.

Первая попытка исследования океанического дна была предпринята экипажем корабля «Челленджер» в 1872 г. При помощи верёвки с грузом на конце исследователи измерили глубину воды во многих частях океана. В различных местах глубина оказалась разной. Так выяснилось, что в океане есть свои горы, ущелья и равнины, как и на суше.

Сегодня существует большое число технологий для исследования дна океанов. Наиболее распространённым из них является метод **эхолокации**. Прибор, установленный на корабле, посылает вниз звуковую волну и замеряет время, через которое она отразится от дна и вернётся назад. Чем больше глубина, тем дольше времени требуется звуку, чтобы проделать этот путь дважды (туда и обратно). Именно таким образом была выявлена большая часть рельефа и составлены карты дна Мирового океана.

Другой путь состоит в том, чтобы посмотреть на дно собственными глазами и произвести его фото- и видеосъёмку. Первым делом водолазы исследовали мелководные области. Но повсюду они оканчиваются крутыми склонами, уходящими далеко в глубину. Чтобы проникнуть туда, учёные используют подводные аппараты – как с экипажем, так и ПТА.



«Челленджер»

Итак, как же устроено морское дно? Каким бы мы увидели его, если наш взгляд свободно проникал сквозь толщу воды?

Рельеф океанического дна состоит из трёх основных частей.

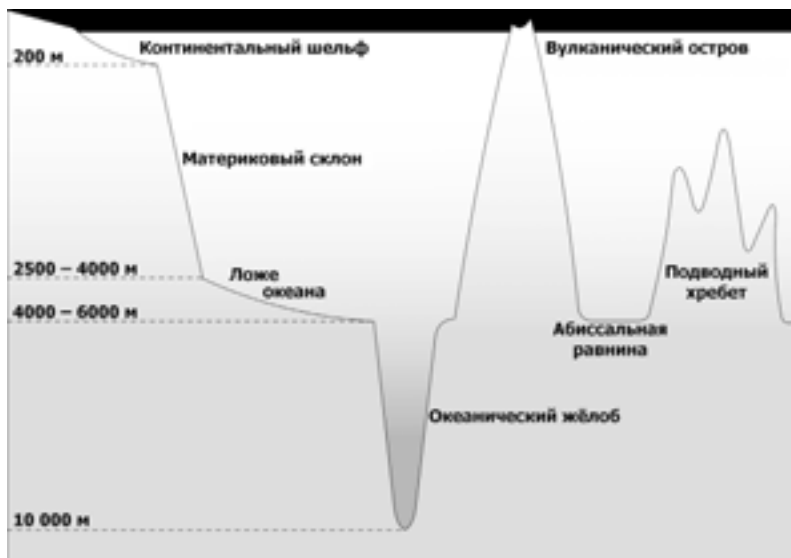
Первая часть рельефа, примыкающая к берегу, называется **континентальным шельфом** (или просто шельфом). Другое её название – *континентальная отмель*. Эта относительно мелководная область представляет собой пологое подводное продолжение берега. Глубина шельфа увеличивается постепенно, иногда почти незаметно. С одной стороны его границей является береговая линия, а с другой – **бровка**, резкий перегиб поверхности дна вглубь. Глубина над бровкой в среднем составляет 100–200 м, может достигать до 400 м, а в исключительных случаях – и глубже. Ширина шельфа в среднем 70 км, но существуют значительные отклонения от этой величины, как в большую, так и в меньшую стороны.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Многие подводные горы – это потухшие или активные подводные вулканы.

От бровки начинается углубление дна – **материковый склон**. Его поверхность не гладкая, она состоит из уступов и ступеней, рассечена поперечными и косыми разломами. Ширина материкового склона невелика – как правило, от 15 до 30 км, а в глубину он уходит на 2,5–4 км.





На этой глубине спуск, как правило, заканчивается. Это третья основная часть донного рельефа – **ложе океана**. Оно занимает приблизительно $\frac{3}{4}$ всей поверхности дна Мирового океана. Но хотя слово «ложе» обычно обозначает ровную и гладкую поверхность, ложе океана далеко не гладкое. На нём вздымаются горные гряды, зияют впадины и глубокие провалы. Между

ними, на глубинах 2500–5500 м, лежат относительно ровные, с невысокими холмами пространства. Они называются **абиссальными равнинами**.

Подводные горы, как и наземные, имеют склоны, вершины и пики. Правда, у некоторых из них вершины широкие и сглаженные. Такая подводная гора называется **гайот**.

Те горы, которые близко подходят к поверхности океана, становятся **банками** – отмелями посреди глубоководного океана. А существуют ли подводные горы, поднимающиеся над водой? Да, это – **острова**. Каждый остров, находящийся вдали от материка, – это верхняя часть подводной горы. (Прибрежные острова и банки – это возвышения шельфа).

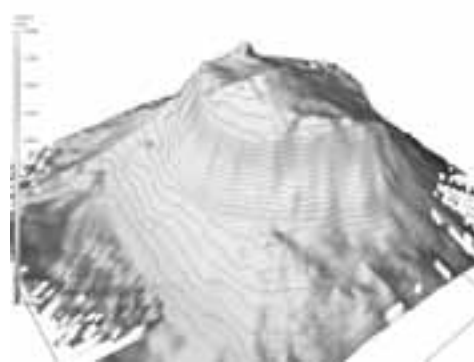
Самыми высокими из подводных гор являются **срединно-океанические хребты**, распо-



Среднеатлантический срединно-океанический хребет

ложенные в центральных частях всех океанов. Они возвышаются над абиссальными равнинами в среднем на 2–3 км. Но отдельные горы могут быть в несколько раз выше. Самая высокая гора на планете – вулкан *Мауна-Кеа*, входящий в состав Гавайских островов (в северном полушарии Тихого океана). Этот вулкан поднимается над уровнем моря на 4205 м. Но основание его находится на ложе океана, которое в этом месте расположено достаточно низко, в 6 км от поверхности. Поэтому полная высота Мауна-Кеа составляет 10 203 м. Это значительно выше Эвереста, величайшей из сухопутных вершин!

Число подводных гор велико: только в Тихом океане учёные уже насчитали более 10 тысяч. Считается, что во всём мире их как минимум вдвое больше. Каждая новая экспедиция находит неизвестные ранее горы, тающиеся под водой. Такая неизвестность может



Гайот (изображение, полученное на экране компьютера, соединённого с эхолотом)

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



представлять опасность. В 2005 г. подводная лодка США столкнулась с не отмеченной на карте подводной горой на большой скорости и едва не затонула.

Помимо гор, ложе океана прорезают длинные и глубокие впадины – **океанические желоба**. Это разломы дна. Они сужаются книзу: если расстояние между верхними частями склонов жёлоба обычно до 200 км, то внизу между ними может остаться всего 10–20 км.

Самые глубокие желоба – тихоокеанское. Именно здесь находится Марианская впадина – самое глубокое место на Земле: 11 023 м.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Самый длинный в мире – Перуанско-Чилийский жёлоб: он протянулся приблизительно на 5 900 км.

Интересно, что исследования, проведённые осенью 2010 г. экспедицией из университета Нью-Гэмпшира (США), обнаружили на дне Марианской впадины горы: по меньшей мере, 4 горных хребта высотой 2,5 км.

Как видишь, дно океана ничуть не напоминает ровное днище миски или ванны. Его рельеф удивителен и величествен. Он скрыт от наших глаз, но современные научные технологии позволяют людям изучать его устройство.



Мауна-Кеа



МОДЕЛЬ ОКЕАНИЧЕСКОГО ДНА

Цель: создать модель океанического дна.

Материалы: маленький аквариум (пустой), пластилин.

Ход работы

1. На дне пустого аквариума или другой прозрачной ёмкости начни лепить из пластилина макет океанического дна. Лучше, чтобы аквариум был поменьше, иначе тебе понадобится очень много пластилина.
2. Больше всего материала уйдёт у тебя на один из краёв: здесь его слой должен подниматься почти до самого верха. Вылепи пологий участок, изображающий шельф.
3. Затем сформируй крутой спуск к центру аквариума, чтобы показать материковый склон.
4. Дно аквариума, покрытое тонким слоем пластилина, будет представлять ложе океана.
5. Изобрази только часть океана, пусть ложе упирается в противоположную стенку, как бы будучи перерезанным ею. Это позволит тебе сэкономить пластилин.
6. Создай на дне подводные горы и хребты. Если хватит пластилина, сделай одну высокую гору, чтобы она немного поднималась над аквариумом.



7. Продави на пластилине верхние части впадин: они словно бы уходят вниз, за пределы аквариума.
8. Закончив работу, наполни аквариум водой так, чтобы она дошла до краёв континентального шельфа. Над водой должна остаться только узенькая полоска пляжа.
9. Ещё раз внимательно рассмотри все части океанического дна.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- ?
- Назови три основные части рельефа океанического дна.
 - Является ли ровным ложе океана?
 - Что общего у банок и островов?
 - Как выглядят океанические желоба?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- ?
- Какова, по-твоему, причина образования подводных гор?
 - Как у гайотов могли образоваться плоские, сглаженные вершины?



ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Океанические желоба и срединно-океанические хребты – две уникальные особенности океанического дна. Места, где они располагаются, – это глубинные разломы **земной коры**, наружной твёрдой оболочки нашей планеты.

Существует множество доказательств того, что земная кора состоит из нескольких больших частей – **тектонических плит**. Под ними в толще Земли находится ровная поверхность более глубокого слоя нашей планеты – **мантии**. По этой поверхности тектонические плиты медленно перемещаются, дрейфуют. В наши дни это движение совершается с очень маленькой скоростью – не более 10 см в год. Но во времена Всемирного Потопа и последующих катастроф, возможно, оно происходило довольно быстро. Мы уже упоминали об этом на уроках 6 и 7.

В последнее время учёные немного уточнили эту картину. Судя по всему, на плиты разделена не только земная кора, но и соединённая с ней верхняя часть мантии. Эта плотная оболочка Земли носит название **литосфера**, а тектонические плиты по-другому называются **литосферными**. Они не плавают в жидкой раскалённой магме, как иногда представляли этот процесс в прошлом, а скользят, не погружаясь, по поверхности **астеносферы** – внутреннего слоя мантии, который является (судя по тому, что в нём снижается скорость сейсмических волн) пластичным – полужидким или жидким. Предполагается, что под влиянием идущего снизу разогрева в астеносфере возникают потоки, переносящие тепло. На 10-м уроке ты узнал, что такой процесс называется **конвекцией**. Именно конвективные течения, согласно современным представлениям, являются причиной движения литосферных плит.

Перемещения и взаимодействия друг с другом литосферных плит называются **тектоническими процессами**. Границы между плитами находятся на дне океанов, поэтому тектонические процессы протекают именно там.

В одних местах литосферные плиты постепенно отодвигаются друг от друга. Через образовавшееся пространство из астеносферы наверх поступает возникающий там расплав горных пород – **магма**. Застывая, она формирует новый рельеф дна. Этот тектонический процесс называется **спрединг**. Именно так возникли океанические хребты.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

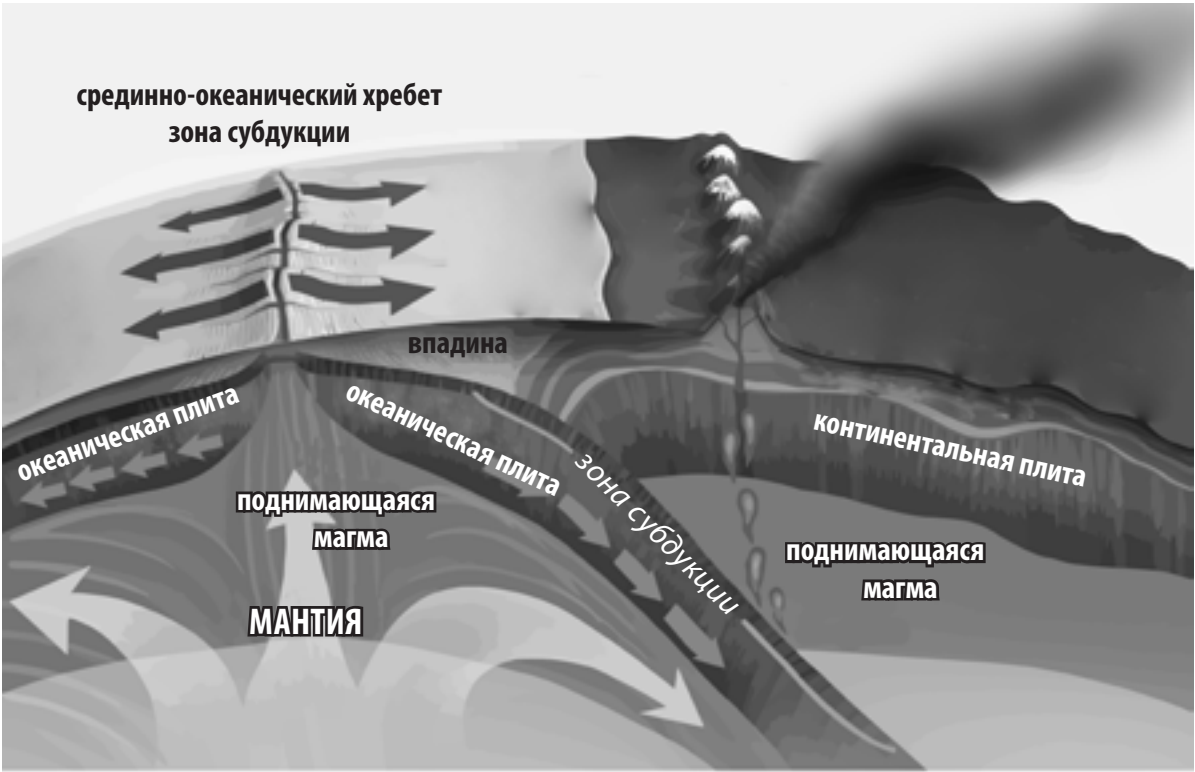
4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО





Другие плиты сдвигаются навстречу друг другу. В месте встречи одна из них немного вдавливается в астеносферу и заходит под другую плиту. Этот процесс называется **субдукция**. По линии его протекания может образоваться глубокая впадина. Считается, что большинство океанических желобов возникло именно таким путём.

Подробнее о тектонических процессах ты прочтёшь в 19 уроке пособия «Планета Земля».

Ниже помещён список наиболее известных океанических желобов и хребтов. Попробуй найти информацию, где находится каждый из них, и изобрази их на контурной карте мира. Не забудь подписать каждое изображение.

Океанические желоба (впадины)	Океанические хребты
Алеутский жёлоб (к юго-западу от Аляски)	Срединно-атлантический хребет
Атакамский жёлоб (вдоль побережья Перу и Чили)	Восточно-Тихоокеанское поднятие
Впадина Галли (к востоку от канадской провинции Новая Шотландия)	Гавайский хребет или Императорские горы (Тихий океан, включая Гавайские острова)
Кайманова впадина (западная часть Карибского моря)	Южно-Тихоокеанское поднятие
Марианская впадина (западная часть Тихого океана, к востоку от Марианских островов)	Западно-Индийский хребет
Жёлоб Пуэрто-Рико (на границе Карибского моря и Атлантического океана)	Восточно-Индийский хребет
Филиппинский жёлоб (к востоку от Филиппинских островов)	
Впадина Хикуранги (к востоку от Новой Зеландии)	
Японский жёлоб (на западе Тихого океана к востоку от Японии)	

ШЕЛЬФ

Подводная часть континента

урок 33



СЛОВАРЬ:

- островной шельф
- неритическая (эвфотическая) зона

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОВА:

- литораль
- зона заплеска воды
- зона высокого прилива
- средняя приливная зона
- зона отлива



Чем богато мелководье?

На прошлом уроке ты узнал, что прибрежная, мелководная часть дна океана называется *континентальным шельфом*. У этой донной области много общего с сушей. Похоже, что берег, постепенно спускаясь к морю, продолжает свой плавный путь под уклон и дальше, уже под водой. Так оно и есть. До того как растаяли ледники после Ледникового периода, сегодняшний шельф был сушей. На нём и сегодня находят следы жизни наземных существ, растений и человека.

Ширина, на которую шельф уходит в океан, бывает различной. В одних местах его почти нет. Высокие горы у самой воды почти сразу переходят в крутой *материковый склон*, уходящий на глубину. Так происходит на западном берегу Южной Америки. А в других местах шельф, наоборот, занимает большую территорию. Например, от северных берегов Европы и Азии он тянется под водами Северного Ледовитого океана почти на 1200 км.

Есть такие моря, всё дно которых состоит из шельфа: Азовское, Балтийское, Жёлтое и другие.

Так как шельф расположен неглубоко, солнечные лучи достигают его, пронизывая воду. Поэтому для основной части морских живых существ и растений домом является именно эта территория. Не удивительно, что рыболовные суда в основном ведут промысел именно в шельфовой зоне.

Но шельф богат не только рыбой, но и полезными ископаемыми. Здесь есть олово, золото, редкие металлы, алмазы, а главное – нефть и газ. Морские песок и галька тоже очень важны, потому что используются в строительстве.

Бог приготовил богатства шельфа для нас. Но людям нужно быть бережными и аккуратными, чтобы, добывая эти дары, не разрушать природу.

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



- ?
- Как можно узнать, что шельф раньше был сушей?
 - Какой может быть ширина шельфа?
 - Чем богат шельф?



Океан начинается с береговой линии. Она является границей между надводной частью – берегом, и подводной – началом *континентального шельфа*.

Ты знаешь, что континентальный шельф (или просто «шельф», как его часто называют) – это подводное продолжение материков. Есть все основания полагать, что под водой эта часть оказалась после окончания Ледникового периода, когда уровень воды в океанах должен был подняться (как показывают расчёты) на высоту от 100 до 130 м. На шельфе находили остатки наземных растений, кости обитателей суши, развалины древних городов и другие следы человеческой деятельности. Более того: отдельные части шельфа ушли под воду на протяжении последних столетий. Так, в результате наступления морских вод на берега Голландии в эпоху средневековья были поглощены большие участки суши и образовался залив Зейдерзе.

Иногда бывает довольно сложно определить, где именно проходит бровка, отделяющая шельф от материкового склона. К примеру, полуостров Флорида на юго-востоке США окаймлён шельфом. На расстоянии около 375 км со стороны Атлантического океана морское дно круто погружается на глубину около километра. Там находится *подводное плато* Блейк. А затем ещё один уступ отделяет это плато от глубин, расположенных под толщей воды более пяти километров. Где же заканчивается шельф? Включает ли он плато Блейк, или его граница проходит по мелководью у флоридских берегов?

Для ответа на подобные вопросы понадобилось уточнить понятие «ложе океана». Учёные, используя для исследования земной коры эхолотаторы особой конструкции, выяснили важный факт. Под поверхностью материков кора уходит вглубь на несколько десятков километров; а вот под океанским ложем она почти в 10 раз тоньше: 3–6 км. Поэтому «спорные» участки дна стали относить к шельфу или к ложу на основании проверки земной коры в этом месте: «материкового» она типа или «океанического».

По современным подсчётам, на долю шельфа приходится более 7% океанского дна. В разных местах он имеет различную ширину. В одних областях шельф может

практически отсутствовать – как на Тихоокеанской стороне Южной Америки, где гористый западный берег сразу у кромки воды круто обрывается на большую глубину. А в других местах его площадь весьма обширна. Например,



от северного побережья Евразии шельф тянется под водами Северного Ледовитого океана почти на 1200 км.

Дно некоторых морей (особенно внутренних) состоит только из шельфа. Это Азовское море (максимальная глубина которого не достигает 15 метров), Балтийское, Жёлтое и некоторые другие.

Помимо континентального, существуют также **островные шельфы**. Они обычно неширокие и менее глубокие.

Вид и состояние шельфа меняется подобно узорам в калейдоскопе. Здесь накапливаются и смешиваются друг с другом обломки береговых пород, прибрежных и подводных скал, песок, галечник и ил, принесённые реками, ручьями и дождями, останки погибших животных. Мимо проходят течения – медленные или быстрые, тёплые или холодные; они воздействуют на рыхлый грунт шельфа: сглаживают углы и выступы дна, перемещают незакреплённые части, конструируя новые пейзажи.

Воды над шельфом и его дно кишат жизнью. Поскольку обычно глубина шельфа не превышает 200 м, солнечный свет проникает в этот слой воды до самого дна. Этот верхний пласт океана называется **неритической** или **эвфотической (освещённой) зоной**. Лучи Солнца согревают живые существа и дают возможность существовать растениям. Поэтому не приходится удивляться, что из более чем 181 тысячи видов всех донных морских организмов 180 тысяч живут в зоне шельфа. Над ними проплывают многочисленные обитатели шельфовых вод: от медуз до разнообразнейших рыб. Считается, что если оценить общий вес всех жителей океана, то на зону шельфа приходится 80–90 % этой общей биомассы.

Поэтому основной рыбный промысел в мире ведется именно в шельфовой зоне. Однако эта часть океанического дна богата не только продуктами питания. Во многих районах Мирового океана на поверхности и в недрах шельфа выявлены разнообразные ценные полезные ископаемые. Прежде всего, это нефть и газ, но ими дело не ограничивается. Запасы шельфа – это и россыпи олова (например, в мелководных морях и проливах, разделяющих острова Индонезии), и залежи вольфрама, титана и других редких металлов (как те, что открыты у берегов Австралии), и россыпи золота, платины, алмазов (к примеру, возле атлантического побережья Южной Африки). А песок и галька? Эти природные материалы в огромных количествах используются в строительстве.



Нефтяная платформа в Баренцевом море

Разумеется, люди стараются брать эти запасы, лежащие немного ниже уровня океана. Но очень важно, чтобы при этом природе не был нанесён непоправимый вред. Уже не раз случалось, что разработка дна вблизи берега приводила к разрушению и размыванию волнами прекрасных пляжей. Происходили и аварии на морских платформах для добычи шельфовой нефти. Крупнейшая такая авария случилась 20 апреля 2010 г. в 80 км от побережья штата Луизиана в Мексикан-

1	АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ
2	ПОГОДА И КЛИМАТ
3	ОБЛАКА
4	ВЕТРЫ И БУРИ
5	НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ
6	ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ
7	МОРСКОЕ ДНО

ском заливе. После взрыва и пожара на нефтяной платформе были повреждены трубы в скважине на глубине 1500 м. В результате в Мексиканский залив за 152 дня вылилось около 795 миллионов литров нефти. Из-за этого погибло множество морских обитателей и сажающихся на воду птиц.

Нам не нужно отказываться от богатств, которые предназначил для нас Господь, сотворяя мир. Но использовать их нужно бережно, не разрушая Божье Творение.



ДОСЬЕ НА ОБИТАТЕЛЯ ШЕЛЬФА

Бог сотворил в океане огромное количество уникальных видов жизни. Большинство из них обитает в шельфовых водах.

Выбери одно морское существо, о котором ты хотел бы узнать побольше. Проверь по справочникам, является ли оно обитателем шельфа. Если нет – выбери другое, из числа жителей морского мелководья.

Постарайся найти об этом существе как можно больше информации. Выясни его различные характеристики: как оно выглядит, как устроено, как строит своё жилище, чем питается, на кого охотится, кто охотится на него, и т. д. Выясни, чем оно отличается от других живых существ и какими особенными качествами наделил его Бог.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- Как определить, где кончается шельф, если бровка чётко не выражена?
- Где встречается минимальная и где – максимальная ширина шельфа?
- Почему в водах над шельфом процветает жизнь?
- Какие важные для человека ресурсы есть на шельфе?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ



- Как происходит добыча полезных ископаемых на шельфе?



ЛИТОРАЛЬ

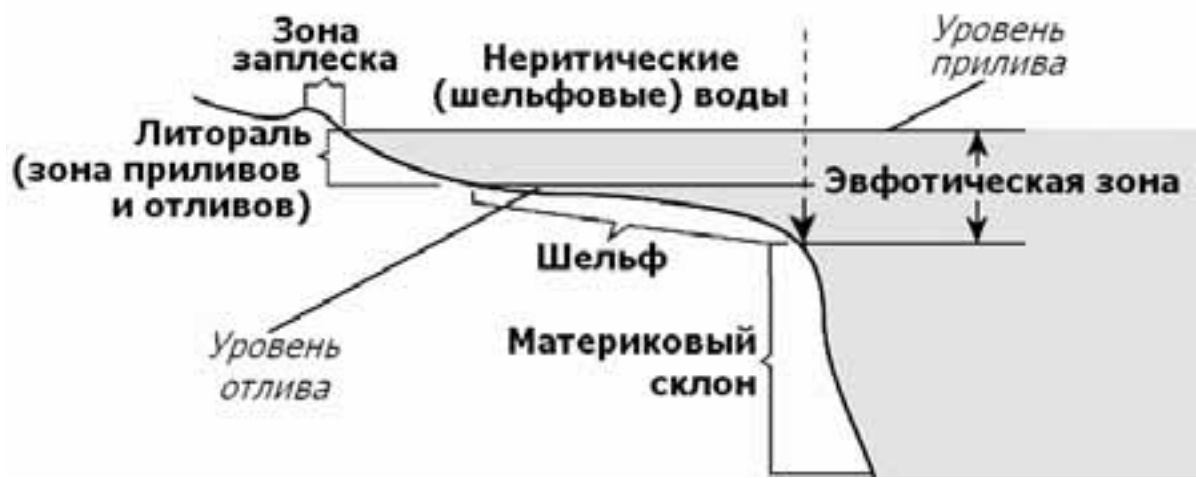
Если ты бывал на пляже, то видел морской прибой: волны ударяются о берег, выплёскиваются на него, откатываются обратно в океан. Приливы покрывают часть суши на более долгое время: несколько часов.

Какие же существа могут жить в таких условиях, когда вода сначала накрывает их среду обитания, а потом, уходя, оставляет её под открытым воздухом?

Участок берега, который во время полной воды покрывается ею, а с отступлением воды обнажается, называется **литоралью** или **литоральной зоной**. Её ширина может быть от 1–2 м до нескольких километров, в зависимости от уровня, на который поднимается прилив.

Саму литораль можно разделить ещё на четыре зоны. Самая высокая и дальняя от береговой линии – **зона заплеска воды**. Она почти всегда находится над водой, кроме сильных штормов и особенно высоких приливов. Растения и животные, обитающие здесь, приспособлены к сухопутной жизни, но не страдают и в том случае, если их ненадолго накроет водой. Это лишайники, некоторые рачки («морские уточки» и другие), улитки «морское блюдечко», мокрицы, морские блохи.





Ближе к краю океана располагается **зона высокого прилива**. Вода во время прилива приходит сюда в последнюю очередь и уходит в начале отлива. Поэтому, хотя эту территорию дважды в сутки затопляет, большую часть времени она всё же находится над водой. С другой стороны, здесь, в отличие от зоны заплеска, уже встречаются организмы, нуждающиеся в водной среде для поддержания жизни: это зелёные водоросли, анемоны, мидии. Чтобы выжить во время отливов, мидии и анемоны закрывают створки своих раковин, сохраняя в них необходимую влагу. Если во время прилива вода попадает в расселины скал и остаётся там постоянно, то в этих небольших водоёмах могут поселиться маленькие рыбёшечки – вывести их из занесённой туда икры.

Средняя приливная зона подступает почти к шельфу. Большую часть суток она покрыта водой, и только дважды ненадолго обнажается. Поэтому условия здесь весьма благоприятны для водорослей – ульвы (морского салата), бурой «морской пальмы» и других. Животный мир представляют губки, а также обитатели зоны высокого прилива, которые чувствуют себя здесь гораздо вольготнее.

Зона отлива – последняя и самая низкая – обычно остаётся под водой. Она осушается только во время необычно сильных отливов. Организмы, обитающие здесь, – это стопроцентные жители шельфа. Они не способны переносить много солнечного света или воздуха, потому что быстро высыхают, плохо адаптируются к резким скачкам температуры, а также зачастую неспособны дышать атмосферным воздухом. Перечислять их можно долго: это коричневые водоросли, брюхоногие моллюски «морские ушки», гидроидные полипы, морские огурцы, креветки, трубчатые черви, морские ежи и многие другие.

Ты видишь, что у Бога есть замысел для любого места на нашей планете. Даже для литорали с её постоянно меняющимися условиями Он создал виды животных и растений, которые могут здесь обитать.

Рассказ о пляжах и литорали ты встретишь (или уже встречал), изучая курс «Мир экосистем». Пусть полученные сейчас знания будут дополнением информации, изложенной там.

1	АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ
2	ПОГОДА И КЛИМАТ
3	ОБЛАКА
4	ВЕТРЫ И БУРИ
5	НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ
6	ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ
7	МОРСКОЕ ДНО

урок 34

ЧЁРНЫЕ КУРИЛЬЩИКИ Тайны глубин



СЛОВАРЬ:

- глубоководные гидротермальные источники
- сульфидные колонны
- экосистема
- хемосинтез



Есть ли жизнь там, где нет света?

Ты знаешь, что почти все обитатели океана живут в освещённом слое воды. На протяжении многих лет учёные считали, что ниже, в тёмных глубинах, жизнь может быть только очень бедной, и питаться там можно лишь тем, что перепадает с поверхности.

Но в 1977 г. экипаж подводного аппарата, спустившегося к ложу океана около Галапагосских островов, обнаружил, что там процветает жизнь. Множество различных существ, от бактерий до осьминогов, поселились возле **глубоководных гидротермальных источников**, через которые из-под поверхности в океан выбрасывается очень горячая вода с растворённой в ней серой. Она тёмно-серого, почти чёрного цвета. Из-за этого такие источники называют ещё «чёрными курильщиками».

Чем же питаются многочисленные обитатели чёрных курильщиков? Дело в том, что бактерии, живущие здесь, могут производить питательные вещества, не нуждаясь при этом в солнечном свете. Они получают их (используя химические реакции) из серы, а этого вещества вблизи курильщика более чем достаточно. Другие здешние жители полностью зависят от этого процесса производства. Одни из них едят бактерии, а другие – например, гигантские черви *рифтии* – позволяют бактериям поселиться внутри себя и поставлять питательные вещества напрямую.

В свою очередь, червями питаются белые крабы, рыбы и осьминоги.

Учёные были очень удивлены. Это был первый случай существования живых организмов, никак не зависящих от солнечного света и растений, а получающих питательные вещества другим способом. Причём это происходит на огромной глубине, в чудовищных условиях: между ледяной водой океана и кипятком, бьющим из недр, при огромном давлении воды, а также в присутствии веществ, которые для большинства живых организмов являются ядовитыми.

Но Бог и в таких условиях заботится о тех, кого Он сотворил.

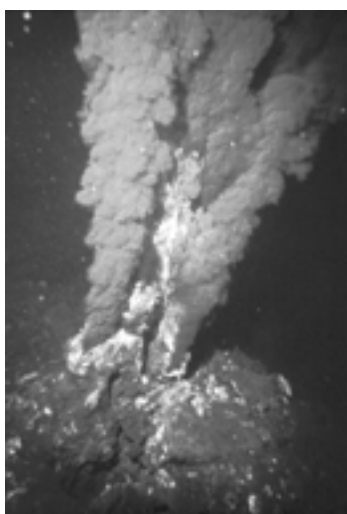


- Какой минерал содержится в воде глубоководных гидротермальных источников?
- Какие существа могут жить возле источников с серой?



Все растения в океане произрастают в освещённой зоне, на глубине, не превышающей 200 м. Ведь им необходим солнечный свет, чтобы синтезировать внутри себя питательные вещества (этот процесс называется *фотосинтез*).

Что же происходит на большей глубине, куда лучи Солнца не проникают? Ведь если нет света – нет и растений, нет энергии, нет пищи... Как выживают немногочисленные глубоководные существа? Одни из них периодически всплывают кормиться в эвфотическую зону, другие – питаются этими «мигрантами» и остатками погибших организмов, опускающихся из богатых жизнью верхних слоёв.



Чёрный курильщик

Считалось, что жизнь на глубинах может только прозябать. Но вот в 1977 г. экипаж подводного аппарата «Алвин» возле Галапагосских островов обнаружил на глубинах от 2 до 4 км **глубоководные гидротермальные источники** срединно-океанических хребтов.

Гидротермальные источники (или, как их ещё называют, «чёрные курильщики») образуются в местах разломов земной коры. Раскалённая магма, близко подступающая здесь к поверхности, разогревает заполняющую разлом воду до состояния перегретого кипятка (это становится возможным из-за очень сильного давления в глубинах океана). Когда температура достигает 300–400 °С, эта вода, в которой растворено множество минеральных веществ, прорывается на поверхность.

Часть растворённых химических соединений, соприкасаясь с очень холодной наружной водой (около 4 °С), выпадает в осадок. При этом возникают **сульфидные колонны** – высокие «постройки» в виде конусов или труб, достигающие в высоту 10 метров. Горячая вода, поступающая из этих источников, – чёрного цвета из-за высокого содержания в ней сероводорода и других соединений серы. Поэтому подводные гидротермальные источники и получили своё второе название.

Но главное, чем были поражены исследователи, – вокруг чёрных курильщиков кипела жизнь! В иллюминаторы и на сделанных фотоснимках было видно, что склоны колонн почти до самых вершин покрыты толстым слоем бактерий (их было так много, что этот покров был виден невооружённым глазом). На уступах курильщиков учёные обнаружили сплетения гигантских червей с ярко-алыми щупальцами. Среди них ползали белые крабы. В расселинах сидели крупные (30–40 см) двусторчатые моллюски. Вокруг плавали рыбы, попадались осьминоги. Впоследствии выяснилось, что всего рядом с курильщиками обитает около 500 видов животных.

Этот оазис жизни, существующий посреди почти безжизненного ложа океана, является полноценной **экосистемой** – сообществом различных живых организмов, причём полностью самостоятельным, не зависящим от организмов из более высоких слоёв воды. И это при крайне неблагоприятной окружающей среде: с одной стороны – ледя-

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

По средней величине биомассы (50–52 кг/м²) экосистемы чёрных курильщиков сопоставимы с тропическими лесами или коралловыми рифами.

1 АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ ДНО



ная вода, с другой – перегретый кипяток, насыщенный ядовитыми соединениями серы и тяжёлых металлов. И ещё – чудовищное давление, в сотни раз большее, чем на поверхности. А главное: процесс фотосинтеза здесь, в полной темноте, протекать не может. Откуда же живущие здесь существа получают энергию для поддержания жизни? Ведь кто-то должен производить питательные вещества, чтобы остальные могли ими питаться?

Производством таких веществ в экосистеме чёрного курильщика заняты живущие здесь бактерии. Внутри них происходит процесс **хемосинтеза**: необходимые для их существования сахара и другие питательные вещества образуются из сероводорода и углекислоты в результате химических реакций.

Именно бактерии составляют основную часть здешней биомассы. Они обитают повсюду: и на самих сульфидных колоннах, и на голых скалах (образуя гигантские колонии размером в несколько квадратных метров и достигающие в толщину двух сантиметров), и в толще донного ила, и на поверхности других существ, и внутри их организмов. Все другие местные обитатели зависят от бактерий, питаются ими самими или выработанными ими сахарами.

После бактерий самыми примечательными местными обитателями являются *рифтии* – черви, достигающие в длину 2,4 м и толщиной 4–7 см. У них нет ни рта, ни выделительного отверстия, зато есть специальный орган – *трофосома*, внутри которого живут миллионы бактерий. Производимые ими вещества служат единственным источником питания червей. Таким образом, рифтии вступили с микроорганизмами в *симбиоз* – обеспечивают им приют и защиту, а те, в свою очередь, кормят «хозяев».

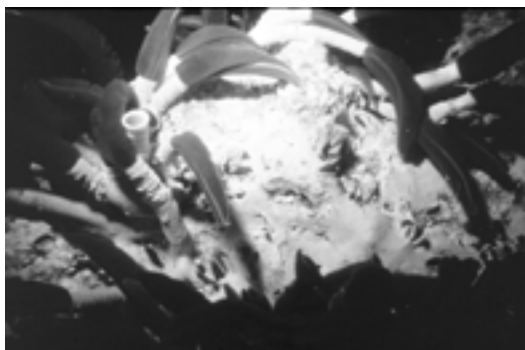
Тела рифтий, как и у других червей, мягкие и круглые. Но они находятся внутри белых цилиндрических трубок из выделяемого червями вещества *хитина*. Этот жёсткий «панцирь» защищает тело рифтии от хищников. Из трубки высывается ярко-красный венец щупалец. Он играет роль жабр и окрашен содержащимся в нём веществом *гемоглобином*, которое в присутствии кислорода приобретает ярко-красную окраску. Некоторые рифтии теряют свой венец, если поблизости живут крабы и другие животные, достаточно быстрые, чтобы укусить не успевшего спрятаться в свою трубку червя.

Другой обитающий здесь вид существ – *помпейские черви*. Они тоже живут в трубках, но непосредственно в зоне горячей воды (40–50 °С). Своё название они

получили в честь засыпанного вулканическим пеплом древнеримского города Помпеи, потому что на них постоянно падает «пепел» из частиц серы. Однако эти черви не только сидят на месте, подобно рифтиям: время от времени они выскакивают из своих трубок и устраивают небольшие прогулки. При этом они то удаляются от источника в воду с температурой 2 °С, то заплывают в «горячую зону», спокойно перенося температуру 105 °С! Это чемпионы по теплоустойчивости



Колония рифтий



Рифтии



среди всех многоклеточных существ. Бактерии, живущие с помпейским червём в симбиозе, густо покрывают всю его спину.

Рифтиями и помпейскими червями питаются хищники: белые крабы и другие.

Среди существ, живущих около чёрных курильщиков, учёные обнаружили и таких, которых считали вымершими (до этого они были известны только по окаменелостям): отдельные виды усоногих ракообразных, брюхоногих и двустворчатых моллюсков. В этих изолированных уголках нашего мира, где с момента окончания Всемирного Потопа не менялась окружающая среда, они не были вытеснены другими видами в результате конкуренции.

Открытие глубоководных гидротермальных источников перевернуло многие научные представления о жизни на Земле. Ведь до этого, согласно всем наблюдениям, любое живое существо либо само питалось растениями, либо поедало других животных, которые, в свою очередь, питаются растениями. Экосистема чёрных курильщиков продемонстрировала, что это не единственная возможность поддержания жизни.

Наиболее глубокие курильщики (из обнаруженных на сегодняшний день) располагаются на глубине 5 000 м в Каймановой впадине (Тихий океан). Таким образом, вокруг глубоководных гидротермальных источников сосредоточены самые глубокие сообщества организмов. Господь и в этих, казалось бы, совершенно непригодных для жизни местах, окружил заботой Свои творения.

Когда ты будешь изучать пособие «Мир экосистем», обязательно вернись к этому уроку и перечитай его.

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

Наряду с «чёрными» курильщиками, существуют и «белые курильщики» – глубоководные гидротермальные источники, которые извергают светлоокрашенные растворы, содержащие в большом количестве барий, кремний и кальций.



ДВА ОБРАЗА ЖИЗНИ

Сравни обитателя шельфа, которого ты самостоятельно изучал на прошлом уроке, с одним из существ, живущих вблизи «чёрного курильщика». Как на их существование влияют особенности окружающей среды? Составь сравнительную таблицу. Постарайся сравнить двух существ по как можно большему числу различных характеристик.

СМОЖЕШЬ ОТВЕТИТЬ?

- Почему учёные удивились, обнаружив, что возле «чёрных курильщиков» кипит жизнь?
- Что служит источником питания для обитателей глубоководных гидротермальных источников?

ПОПРОБУЙ РАЗОБРАТЬСЯ

- Почему вода из разломов сохраняет высокую температуру в холодной морской воде, не превращаясь в пар?

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО





ИЗУЧЕНИЕ ЧЁРНЫХ КУРИЛЬЩИКОВ

Срединно-океанических хребты, в районе которых существуют чёрные курильщики, – это места расхождения тектонических плит. Магма в таких разломах подходит особенно близко к поверхности. Поэтому здесь очень высокая вулканическая активность. Многие гидротермальные источники возникают рядом с кратерами подводных вулканов.

Узнав о существовании курильщиков, учёные принялись их изучать. Более 70 % всей вулканической активности на нашей планете происходит под водой, поэтому важно понимать, в какой степени эти извержения и гидротермальные подводные выбросы влияют на температуру океанов. В США такую исследовательскую программу проводит Национальное управление океанических и атмосферных исследований (NOAA).

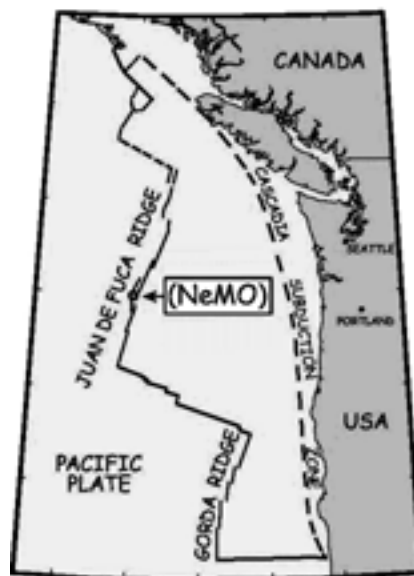
В рамках программы в 1998 г. на активном подводном вулкане Аксиал (в составе подводного хребта Кобб-Ейкельберг на океанском плато Хуан де Фука, в 480 км к западу от побережья штата Орегон) была установлена автоматическая подводная «Обсерватория нового тысячелетия» (New Millennium Observatory) – NeMO. Учёные поместили дистанционные сенсорные датчики вблизи существующих в этом месте глубоководных гидротермальных источников, а также в самих горячих «фонтанах». Это позволяет следить за изменениями температуры воды и движениями дна океана. Берутся и изучаются пробы воды и почвы. Собранный информацию приборы по специальной компьютерной сети отправляют в исследовательский институт, а оттуда по тому же каналу на NeMO поступают команды и корректировки задания.

Постоянно получаемая информация помогает лучше понять последствия смещения чрезмерно горячей воды из разломов с холодной океанической водой. Анализируя данные, можно заметить закономерности: какие изменения предшествуют извержениям вулканов и землетрясениям. Учёные надеются, что им удастся прогнозировать не только эти катаклизмы, но и влияние подводных тепловых выбросов на состояние океана, на земной климат и на жизнь людей.

Большой интерес чёрные курильщики представляют также с точки зрения биологии и экологии. Изучение существующих вокруг них экосистем может не только дать знания о неизвестных ранее живых организмах и биологических сообществах, но и помочь отказаться от некоторых представлений, оказавшихся неверными.

Компании, разрабатывающие биотехнологии, тоже заинтересовались микроорганизмами, процветающими в выбросах курильщиков. Их уникальные способности – устойчивость к высоким температурам и система переработки соединений серы – делает перспективным их коммерческое использование в самых разных областях: например, в производстве экологически чистых моющих средств, при создании новых антибиотиков и даже в таких новейших технологиях, как воссоздание ДНК и расшифровка генома.

Проект NeMO предоставляет возможность школьникам, студентам, преподавателям и всем желающим присоединиться к своим захватывающим исследованиям. Это можно сделать через веб-сайт программы: <http://www.pmel.noaa.gov/vents/nemo/> (на английском языке). Ты тоже можешь совершить путешествие к чёрному курильщику и действующему вулкану, не отходя от своего компьютера!



СИСТЕМА ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

Воздух и влага: дары от Господа

урок 35

Космические корабли и подводные лодки оборудованы *системой жизнеобеспечения* – группой устройств, которые поддерживают жизнь людей, изолированных от земных условий. Важнейшие задачи такой системы – обеспечение экипажа водой, очистка воздуха, регулирование его температуры и влажности, поддержание атмосферного давления.

Бог создал Землю единственной из планет, на которой может существовать жизнь. Он окружил её атмосферой, установил погодный и климатический режимы, чтобы дождь и солнце появлялись каждый в своё время. Творец покрыл большую часть земной поверхности водой, без которой жизнь была бы невозможна. Такова система жизнеобеспечения, которой Господь снабдил наш мир. Она не прекращает свою работу ни на миг, потому что остановка привела бы к гибели всего живого.

Даже в испорченном человеческим грехопадением мире видны мощь и совершенство нашего Создателя. Да, части созданного идеальным механизмом разладились, стали давать сбои. На Земле возникли ураганы и другие ненастья, появились раскалённые пустыни и ледяные пространства. Но во Вселенной продолжают действовать установленные Богом законы природы, которым подчинено всё Творение. Они управляют и погодой на всей планете, и движением воды в океанах.

Множество сложнейших процессов происходит одновременно в двух всемирных океанах – водном и воздушном. И все эти процессы тесно взаимосвязаны, являются частями одного сложнейшего Божьего замысла. Люди пока только начинают постигать его.

Ты узнал немало нового, изучая это пособие. А ещё – смог применить знания на практике, создав свою метеорологическую станцию. Тщательно наблюдая за изменениями, происходящими в Божьем мире, ты учился понимать заложенную в них информацию, узнавать по изменению давления и температуры воздуха о близящихся атмосферных явлениях, читать Божью премудрость, записанную языком законов природы.

Открой тетрадь, в которую ты выписывал цитаты из Библии, и перечитай их. Затем прочти полностью Псалом 103, стихи из которого приведены ниже. Поразмышляй о Божьем творении. Помолись и поблагодари Господа за мир, который Он так дивно устроил, и за знания, которые ты с Его помощью получил. И не забывай ценить красоту мира, в котором живёшь.

*Ты одеваешься светом, как ризою, простираешь небеса, как шатер;
устрояешь над водами горные чертоги Твои, делаешь облака Твоею
колесницею, шествуешь на крыльях ветра.*

(Псалом 103:2–3, Синодальный перевод)

1 АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

2 ПОГОДА
И КЛИМАТ

3 ОБЛАКА

4 ВЕТРЫ
И БУРИ

5 НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

6 ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

7 МОРСКОЕ
ДНО



СОДЕРЖАНИЕ

ПРИГЛАШАЕМ ВАС УЗНАТЬ БОЖИЙ ЗАМЫСЕЛ5

ЧАСТЬ 1 АТМОСФЕРА И МЕТЕОРОЛОГИЯ

УРОК 1 ПОГОДА ГЛАЗАМИ ХРИСТИАН8

УРОК 2 СТРУКТУРА АТМОСФЕРЫ 12

 ЭТО ИНТЕРЕСНО! КАК БЫЛ ОТКРЫТ СОСТАВ ВОЗДУХА 17

УРОК 3 ВЕС И ДАВЛЕНИЕ ВОЗДУХА..... 19

 ЭТО ИНТЕРЕСНО! ОПЫТ ТОРРИЧЕЛЛИ И МАГДЕБУРГСКИЕ ПОЛУШАРИЯ 25

УРОК 4 ИЗУЧЕНИЕ ПОГОДЫ 27

ЧАСТЬ 2 ПОГОДА И КЛИМАТ

УРОК 5 КЛИМАТ 32

УРОК 6 ДО-ПОТОПНЫЙ КЛИМАТ 39

УРОК 7 ПОТОП И КЛИМАТ 45

 ЭТО ИНТЕРЕСНО! БИБЛИЯ О ПОГОДЕ 50

УРОК 8 ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА..... 52

ЧАСТЬ 3 ОБЛАКА

УРОК 9 КРУГОВОРОТ ВОДЫ 60

УРОК 10 ОБРАЗОВАНИЕ ОБЛАКОВ..... 64

УРОК 11 ТИПЫ ОБЛАКОВ 68

УРОК 12 ОСАДКИ 73

 ЭТО ИНТЕРЕСНО! ПЫЛЬНЫЕ БУРИ 80

УРОК 13 РАДУГА 82

ЧАСТЬ 4 ВЕТРЫ И БУРИ

УРОК 14 ВОЗДУШНЫЕ МАССЫ 90

УРОК 15 ВЕТЕР 95

УРОК 16 ГРОЗЫ..... 101

 ЭТО ИНТЕРЕСНО! ЛИВНЕВЫЕ ПАВОДКИ 108

УРОК 17 ТОРНАДО 110

УРОК 18 ЦИКЛОНЫ 117

УРОК 19 СИЛА УРАГАНОВ 124

 ЭТО ИНТЕРЕСНО! КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА 131

АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

1

ПОГОДА
И КЛИМАТ

2

ОБЛАКА

3

ВЕТРЫ
И БУРИ

4

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

5

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

6

МОРСКОЕ
ДНО

7

ЧАСТЬ 5

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ

УРОК 20

МЕТЕОПРИБОРЫ (ЧАСТЬ 1).....

134

УРОК 21

МЕТЕОПРИБОРЫ (ЧАСТЬ 2).....

141

ЭТО ИНТЕРЕСНО! ПРИМЕТЫ О ПОГОДЕ: ПРАВДА И МИФЫ

148

УРОК 22

МЕТЕОСВОДКА И ПРОГНОЗ ПОГОДЫ.....

150

УРОК 23

МЕТЕОСТАНЦИЯ: ИТОГОВЫЙ ПРОЕКТ

158

ЧАСТЬ 6

ДВИЖЕНИЕ ОКЕАНОВ

УРОК 24

МИРОВОЙ ОКЕАН.....

166

УРОК 25

СОЛЁНАЯ ВОДА.....

170

УРОК 26

ТЕЧЕНИЯ

174

ЭТО ИНТЕРЕСНО! МЭТЬЮ МОРИ.....

181

УРОК 27

ВОЛНЫ.....

182

УРОК 28

ПРИЛИВЫ И ОТЛИВЫ

189

УРОК 29

ВОЛНОВАЯ ЭРОЗИЯ.....

194

ЭТО ИНТЕРЕСНО! ЭНЕРГИЯ ИЗ ОКЕАНА

198

УРОК 30

ОКЕАНЫ И КЛИМАТ

200

ЧАСТЬ 7

МОРСКОЕ ДНО

УРОК 31

ИССЛЕДОВАНИЕ ОКЕАНА.....

206

УРОК 32

РЕЛЬЕФ ДНА

213

УРОК 33

ШЕЛЬФ

219

УРОК 34

ЧЁРНЫЕ КУРИЛЬЩИКИ.....

224

УРОК 35

СИСТЕМА ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

229

АТМОСФЕРА
И МЕТЕОРОЛОГИЯ

1

ПОГОДА
И КЛИМАТ

2

ОБЛАКА

3

ВЕТРЫ
И БУРИ

4

НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ

5

ДВИЖЕНИЕ
ОКЕАНОВ

6

МОРСКОЕ
ДНО

7

Навчальне видання

Деббі і Річард Лоренс

ВОДА І ПОГОДА

(Російською мовою)

**Информацию об изданиях
Христианского научно-апологетического центра
и условиях их приобретения можно найти на сайтах
www.ScienceAndApologetics.com
www.ScienceAndApologetics.org**

Формат 60x84 /8. Ум. друк. арк. 26,97. Тираж 2000 пр. Зам. № 13012/097.

Видавець і виготовлювач: ТОВ «ДІАЙП»

пр. Кирова, 17, м. Сімферополь, 95011

тел./факс (0652) 248-178, 711-687

dip@diprint.com.ua, www.diprint.com.ua

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №1744 від 8.04.2004 р.